



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

**BIOECOLOGIA DE *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera:
Chrysopidae) EM DIFERENTES DIETAS**

GILMAR DA SILVA NUNES

Areia-PB

2014

GILMAR DA SILVA NUNES

**BIOECOLOGIA DE *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera:
Chrysopidae) EM DIFERENTES DIETAS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal da
Paraíba, Centro de Ciências Agrárias,
Campus II, como parte das exigências para
obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Jacinto de Luna Batista

Areia-PB

2014

GILMAR DA SILVA NUNES

**BIOECOLOGIA DE *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera:
Chrysopidae) EM DIFERENTES DIETAS**

Aprovado em 01 de dezembro de 2014

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. JACINTO DE LUNA BATISTA
(Orientador)

Eng.º Agrônomo ADELAIDO DE ARAÚJO PEREIRA
(1º Examinador)

Eng.º Agrônomo JOALISSON GONÇALVES DA SILVA
(2º Examinador)

EPÍGRAFE

“Ama-se mais o que se conquista com esforço”
(Benjamin Disraeli)

“A persistência é o caminho do êxito”
(Charles Chaplin)

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, em especial minha mãe, base para a dedicação ao sonho e a conquista.

Aos meus irmãos e sobrinhos.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço pela base. A minha família, por todo o suporte e apoio, por me fazer acreditar sempre que o desejo de realizar os sonhos vai além dos problemas que a vida nos impõe e que a virtude é um dos pilares do sucesso; A minha mãe por ser a precursora de toda a força e de cada pedaço dos sonhos que eu tenho na vida;

Agradeço pela oportunidade e pelos ensinamentos. A Universidade Federal da Paraíba e aos professores, pela troca de conhecimentos durante o curso e pelo auxílio na concessão da minha formação profissional;

Agradeço pela amizade e carinho. A todos os colegas e amigos que fiz durante a graduação e convivência na vida acadêmica. Aos meus colegas de turma, em especial Amanda Tomaz, Camila Alexandre, Joel Cabral, Mariana Nóbrega, Carolline Vargas, Paulo Malheiros, Zé Marcos, Os Danieis Souza e Pinto e os Renatos Pereira e Leal;

A equipe do Laboratório de Biologia e Tecnologia Pós Colheita, em especial Ana Paula Schünemman (pelos momentos de risos e gargalhadas), Ana Dantas e Renato Dantas (pela seriedade na pesquisa e inspiração), e aos demais colegas e amigos;

A equipe do Laboratório de Entomologia, Luana Vitória, Marciene Dantas, Robério de Oliveira, José Luiz Júnior, Paulo Alves, Alana Ramony, Izabela Thaís (Belinha), Seu Nino, Izabela Nunes, Thaís Vitoriano, Karol Emiliano, Gemerson Oliveira, Haron Salvador, Mileny Souza (mimi, amiga, colega), Geisa Mayana, Vinícius Oliveira, Wyara Jéssica e Joalisson Gonçalves pelos momentos de descontração e força na realização dos trabalhos;

Aos colegas de quarto: Régis Braz, Anderson Gonçalves, Ítalo Oliveira, Arliston Pereira, Alex Bezerra, Lemerson Brasileiro por passarmos momentos de alegria, descontração, risos, estudos, altos filmes e altas fofocas. Ao meu grande amigo ADELMO DE MEDEIROS;

A Ranieri Paulino, João Márcio e Humberto Altieri pela amizade durante o curso técnico, intermédios do meu ingresso na universidade;

“Amigos de verdade devem ser conquistados e guardados eternamente”

Agradeço pela orientação. Ao Prof. Luciano Pacelli Medeiros de Macedo que me orientou e fez despertar em mim o desejo de ser um profissional e atuar na pesquisa; A Prof. Lucina Rocha pelo apoio na universidade como orientadora na monitoria de Química orgânica; A Prof. Silvanda de Melo Silva por me aceitar como orientando na universidade e ao apoio que me deu quando passei por momentos complicados durante o curso; Ao Prof. Jacinto de Luna Batista pela excelente orientação, por ser aberto a propostas e novas ideias que engrandeçam a pesquisa, pela atenção e pela dedicação ao orientando. Meus sinceros respeito, gratidão e amizade a todos.

Agradeço

SUMÁRIO

| | |
|--|---------------|
| RESUMO..... | xi |
| ABSTRACT | xii |
| 1. INTRODUÇÃO GERAL..... | 1 |
| 2. OBJETIVOS | 2 |
| 2.1. Geral..... | 2 |
| 2.2. Específicos | 2 |
| 3. REVISÃO DE LITERATURA | 2 |
| 3.1. Controle biológico de insetos-praga | 2 |
| 3.2. Criação massal de crisopídeos para fins de controle biológico | 3 |
| 3.3. Criação de crisopídeos | 4 |
| 3.4. Criação de <i>Anagasta kuehniella</i> | 5 |
| 3.5. Uso de pólen e mel como dieta para adultos de Chrysopidae..... | 6 |
| 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 8 |
| CAPÍTULO I | 18 |
| 1. INTRODUÇÃO | 19 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS..... | 20 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 22 |
| 3.1. Aspectos biológicos das fases imaturas de <i>Ceraeochrysa cubana</i> alimentadas com ovos de <i>Anagasta kuehniella</i> submetida a diferentes dietas | 22 |
| 3.2. Influência das diferentes dietas sobre os períodos de desenvolvimento larval e razão sexual de <i>Ceraeochrysa cubana</i> | 25 |
| 3.3. Viabilidades percentuais das fases imaturas de <i>Ceraeochrysa cubana</i> | 26 |
| 4. CONCLUSÕES | 28 |
| 5. REFERÊNCIAS | 28 |
| CAPÍTULO II..... | 33 |
| 1. INTRODUÇÃO | 34 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS..... | 35 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 37 |
| 3.1. Longevidade de adultos de <i>Ceraeochrysa cubana</i> sob diferentes dietas..... | 37 |
| 3.2. Influência de dietas alternativas nos períodos de fecundidade de <i>Ceraeochrysa cubana</i> | 39 |

| | |
|---|-----------|
| 3.3. Aspectos morfométricos dos ovos de <i>Ceraeochrysa cubana</i> submetidos a diferentes dietas. | 42 |
| 3.4. Efeito de diferentes temperaturas sobre o período embrionário de <i>Ceraeochrysa cubana</i> submetida a dietas alternativas..... | 43 |
| 3.5. Viabilidade da fase embrionária de <i>Ceraeochrysa cubana</i> submetida a diferentes dietas.. | 45 |
| 4. CONCLUSÕES | 46 |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 46 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 52 |

LISTA DE TABELAS – Capítulo I

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Dietas artificiais, em diferentes concentrações (%), fornecidas para a fase larval de <i>Anagasta kuehniella</i> criada em laboratório..... | 20 |
| Tabela 2. Duração média (\pm EP ¹) do período larval de <i>Ceraeochrysa cubana</i> sob diferentes dietas. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 h. | 23 |
| Tabela 3. Duração (\pm EP ¹) dos períodos larval (PL), pré-pupal+pupal (PP+P) e de larva a adulto (L-A) e Razão sexual (rs) de <i>Ceraeochrysa cubana</i> sob diferentes dietas. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 h. | 25 |
| Tabela 4. Percentual de larvas viáveis e de adultos de <i>Ceraeochrysa cubana</i> emergidos quando alimentados com diferentes dietas. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 h..... | 27 |

LISTA DE TABELAS – Capítulo II

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Dietas fornecidas para os adultos de <i>Ceraeochrysa cubana</i> | 35 |
| Tabela 2. Longevidade de <i>Ceraeochrysa cubana</i> submetido a diferentes dietas. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 h. | 38 |
| Tabela 3. Duração \pm EP ¹ dos parâmetros reprodutivos da fase adulta e capacidade de postura das fêmeas de <i>Ceraeochrysa cubana</i> alimentadas com diferentes dietas. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 h. | 39 |
| Tabela 4. Aspectos morfométricos \pm EP ¹ dos ovos de <i>Ceraeochrysa cubana</i> submetido a diferentes dietas. Temperatura: $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 h..... | 42 |
| Tabela 5. Duração média \pm EP ¹ da fase embrionária de <i>Ceraeochrysa cubana</i> submetida a diferentes dietas e com ovos mantidos sob diferentes temperaturas em câmaras climatizadas tipo B.O.D., UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 h..... | 43 |
| Tabela 6. Viabilidade média da fase embrionária de <i>Ceraeochrysa cubana</i> submetida a diferentes dietas com ovos mantidos em diferentes temperaturas em câmaras climatizadas tipo B.O.D., UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 h..... | 45 |

LISTA DE FIGURAS – Capítulo I

- Figura 1.** Caixas de criação de *Anagasta kuehniella* pertencente ao Laboratório de Entomologia e submetida a diferentes dietas..... 21
- Figura 2.** Adultos de *Anagasta kuehniella* mantidos sob criação no Laboratório de Entomologia (A) e ovos obtidos da traça armazenados em refrigerador para inviabilização e conservação (B). 21

LISTA DE FIGURAS - Capítulo II

- Figura 1.** Curvas de regressão ajustadas para a influência de diferentes tipos de dietas sobre o período embrionário de *Ceraeochrysa cubana* em diferentes temperaturas..... 44

NUNES, G. S. **Bioecologia de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes dietas.** Areia, PB, 2014. Graduação em Agronomia. Orientador: Prof. Dr. Jacinto de Luna Batista. (Monografia, 64p.)

RESUMO

Os crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) são efetivos agentes de controle biológico na sua fase larval e na fase adulta os insetos se alimentam de pólen, néctar e *honeydew*. A espécie *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) ganha destaque em virtude da sua ação predatória, adaptação em diferentes cultivos e facilidade de criação. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento biológico das fases imaturas de *C. cubana* sobre ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) submetida a diferentes dietas artificiais e avaliar a eficiência do uso de diferentes dietas sobre o potencial reprodutivo, fecundação, fertilidade, aspectos morfológicos e exigências térmicas da fase embrionária de *C. cubana* submetida à criação massal. O experimento foi conduzido no Laboratório de Entomologia, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, em temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e UR de $70 \pm 10\%$, com fotofase de 12 horas. As larvas de *C. cubana* foram alimentadas com ovos de *A. kuehniella* submetida a diferentes tipos de alimentações: T1 - Farinha de milho + Farinha de trigo + Lêvedo de cerveja; T2 - Farinha de milho transgênico + Farinha de trigo + Lêvedo de cerveja; T3 - Farinha de Rosca + Lêvedo de Cerveja; T4 - Farinha de Rosca + Farinha de trigo + Lêvedo de Cerveja; T5 - Farinha de Arroz + Lêvedo de Cerveja; T6 - Farinha de Arroz + Farinha de trigo + Lêvedo de Cerveja; T7 - Farinha de Aveia + Lêvedo de Cerveja e T8 - Farinha de Aveia + Farinha de Trigo + Lêvedo de Cerveja. Avaliaram-se a duração dos períodos larval, pré-pupal + pupal e viabilidade das fases imaturas de *C. cubana*. As dietas para os adultos foram constituídas de Mel + lêvedo de cerveja; Mel de engenho + lêvedo de cerveja; Mel + pólen apícola e Mel de engenho + pólen apícola, em proporção 1:1. Avaliaram-se a longevidade, pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição, capacidade de postura, morfometria dos ovos, duração do período embrionário e viabilidade dos ovos de *C. cubana* em diferentes temperaturas. Os dados foram submetidos ao teste de Tukey ($\alpha=0,05$) e os dados de período embrionário ao teste de regressão polinomial. O uso de farinha de aveia na dieta para *A. kuehniella* não é indicado para obtenção de ovos e o uso de farinha de milho transgênico em dietas para a traça não apresenta efeitos deletérios para larvas do predador *C. cubana* em criação massal; farinha de rosca promove baixas viabilidades pupais à *C. cubana*. O mel de engenho, associado ao lêvedo de cerveja, é um componente alternativo na formulação de dietas para adultos e o pólen apícola não é recomendado para alimentação de *C. cubana*, pois afeta o comprimento e o peso dos ovos; são recomendadas para a fase embrionária de *C. cubana* temperaturas entre 25°C e 31°C .

Palavras-chave: Controle biológico, criação, traça-das-farinhas, mel de engenho.

NUNES, G. S. **Bio-ecology of *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) on different diets.** Areia, PB, 2014. Graduation in Agronomy. Advisor: Prof. Dr. Jacinto de Luna Batista (Monograph, 64p.)

ABSTRACT

The green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) are effective biological control agents in the larval stage and in the adult stage feed of pollen, nectar and honeydew. The specie *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) stands out by virtue of predation, adaptation in different crops and ease of creation. The objective of this work was to evaluate the biological development of the immature stages of *C. cubana* on eggs of *Anagasta kuehniella* (Zeller) submitted to different diets and evaluate the efficiency of the use of different diets on reproductive potential, fertilization, fertility, morphometric aspects, and thermal requirements of the embryonic stage of *C. cubana* submitted to mass rearing. The work was conducted in the Laboratory of Entomology of the Federal University of Paraíba, at temperature of $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$, and RH $70 \pm 10\%$, with photo phase of 12 h. The *C. cubana* larvae were fed with eggs of *A. kuehniella* submitted to different types of feeds: T1 – corn flour + flour + brewer's yeast; T2 – transgenic corn flour + flour + brewer's yeast; T3 – breadcrumbs + brewer's yeast; T4 - breadcrumbs + flour + brewer's yeast; T5 – rice flour + brewer's yeast; T6 - rice flour + flour + brewer's yeast; T7 – oatmeal + brewer's yeast; and T8 - oatmeal + flour + brewer's yeast. We evaluated the duration of larval period, pre pupal + pupal period, and viability of pupal stages of *C. cubana*. Diets for adults were constituted of honey + brewer's yeast; molasses + brewer's yeast; honey + beekeeping pollen; and molasses + beekeeping pollen, proportion 1:1. Were evaluated the longevity, pre oviposition, oviposition and post oviposition, ability to posture, morphometric aspects of eggs, embryonic period, and viability of eggs of *C. cubana* at different temperatures. The data were analyzed and submitted to Tukey test ($\alpha=0.05$) and the embryonic period data to the polynomial regression test. The use of oatmeal in the diet to *A. kuehniella* is not indicated to obtain eggs, and the transgenic corn flour in the diets to the Mediterranean flour moth don't show deleterious effects to the *C. cubana* larvae submitted to mass rearing; breadcrumbs provides low pupae viabilities to *C. cubana*. The molasses, associated with brewer's yeast, is an alternative compound to formulate diets to the adults and the pollen is not recommended to fed *C. cubana* because affects the length and weight of the eggs; is recommended to the embryonic stages of *C. cubana* temperatures between 25°C and 31°C .

Keywords: Biological control, mass rearing, mediterranean flour moth, molasses.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O uso do controle biológico como ferramenta de redução e/ou eliminação de insetos-praga que afetam as produções agrícolas é um fator primordial dentro do Manejo Integrado de Pragas (MIP). Este método é baseado na ação de parasitoides, patógenos ou predadores que mantêm a densidade da população de outros organismos numa média mais baixa que aquela de ocorrência em sua ausência. O investimento nesse método deve ser realizado considerando-se: a capacidade de ação dos agentes sobre a praga alvo, a facilidade de obtenção, a técnica de criação dos agentes e, por fim, os métodos de liberação do agente de controle na área alvo, de modo que este supra a demanda e se obtenha o sucesso desejado.

Dentro do processo natural e dinâmico no qual o controle biológico está inserido, os insetos entomófagos alcançam importância nos agroecossistemas, tendo-se como destaque os crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae). Os insetos dos gêneros *Chrysoperla* e *Ceraeochrysa* são os mais estudados visando o estabelecimento de programas de controle integrado de pragas devido ao seu potencial predatório na fase larval e facilidade de criação fora do ambiente natural. Para isso a criação em grande escala desses agentes é requisito fundamental e necessário.

Criações de insetos benéficos podem ter fins de pesquisa em controle biológico e, principalmente, de liberação dos agentes de controle no campo, seja de modo inoculativo ou inundativo. Um dos grandes problemas da criação em massa de insetos entomófagos, é a necessidade de criação das espécies dos hospedeiros de níveis tróficos inferiores e dos insetos de interesse (PARRA et al., 2002a).

Carvalho & Souza (2009) evidenciaram que os fatores a serem observados nas criações em massa estão relacionados à fisiologia do inseto (adaptabilidade à dieta, potencial reprodutivo, fecundidade, fertilidade e efeitos nutricionais), as técnicas utilizadas para manipulação dos insetos nos seus diferentes estágios de desenvolvimento, bem como a adequação destes fatores.

Diante desse contexto, as mudanças nos programas de produção de agentes de controle biológico são constantes, principalmente na busca por dietas adequadas e diminuição nos custos de produção. As adequações no tipo e qualidade da fonte de alimento utilizada são fundamentais para que se obtenham indivíduos com características desejáveis (OLIVEIRA et al., 2002).

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Avaliar os aspectos bioecológicos de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) quando alimentado com diferentes dietas.

2.2. Específicos

Avaliar os efeitos tróficos de dietas artificiais para a criação de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) sobre a biometria de *C. cubana* em sua fase larval;

Analisar a eficiência de diferentes dietas sobre o desenvolvimento, reprodução e fertilidade da fase adulta de *C. cubana*;

Verificar a influência de diferentes dietas sobre as características morfométricas e exigências térmicas dos ovos de *C. cubana*.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Controle biológico de insetos-praga

A necessidade de controlar pragas naturais, invasoras ou introduzidas tornou necessária a implementação de técnicas para utilização ou introdução de inimigos naturais destas, os quais, em muitos casos, são nativos das mesmas regiões de origem. O controle biológico é considerado um tipo especial de método reducional ou eliminatório de um dano causado por determinada praga liberada no ambiente de forma antrópica ou encontrada naturalmente no ambiente.

O método de controle biológico é baseado em um conjunto de medidas que levam em conta critérios socioeconômicos e ecológicos, sendo uma dos pilares de sustentação de qualquer programa de Manejo Integrado de Pragas (MIP). O aperfeiçoamento do método surgiu a partir de visões ecológicas e interações entre os comportamentos de predadores e presas. Para estudos mais aprofundados sobre a bioecologia destes agentes de controle fora do seu ambiente natural, faz-se necessária a utilização de técnicas corretas de criação. O controle biológico aplicado trata da introdução e manipulação dos agentes de controle, bem como da liberação inundativa destes, visando à redução da praga (PARRA et al., 2002b; LENTEREN, 2009).

Os agentes de controle natural de insetos-praga mais comuns são os patógenos (fungos, bactérias e vírus), os parasitoides e os predadores. De acordo com Jervis (2005), estes agentes podem ser encontrados no ambiente onde as suas presas estão disponíveis.

No mundo, o controle biológico de insetos-praga remonta centenas de anos. Na China utilizaram formigas *Oecophylla smaragdina* (Fabricius, 1775) para controlar pragas de *Citrus* no século III (BATISTA FILHO, 1989), na Europa foi observado o parasitismo de *Apanteles glomeratus* (L.) sobre lagartas de *Pieris* sp. em 1602 e em 1830 fungos, bactérias e protozoários foram identificados como agentes causadores de patologias em insetos. O primeiro caso de controle biológico clássico de sucesso foi evidenciado nos Estados Unidos quando foram usadas joaninhas *Rodolia cardinalis* (Mulsant, 1850) como agentes naturais de controle da cochonilha *Icerya purchasi* (Maskell, 1878), a partir daí esse método de controle tornou-se primordial nos programas de controle de insetos-praga. Alvarez et al. (2011) verificaram a partir de monitoramentos, a eficiência de *R. cardinalis* sobre *I. purchasi* nas ilhas Galápagos.

No Brasil, diversos casos do uso de agentes biológicos de controle de pragas foram citados por Gonçalves (1996) e casos de sucesso deste método são reportados por Parra et al. (2002b).

3.2. Criação massal de crisopídeos para fins de controle biológico

Os crisopídeos ou “bichos-lixeiro” (Neuroptera: Chrysopidae) apresentam potencial para o controle de insetos-praga por predarem diversos agentes de danos às culturas como pulgões, cochonilhas, cigarrinhas, mosca-branca, psilídeos, tripes, ovos e lagartas de Lepidoptera. Freitas & Penny (2001) apresentaram uma série de cultivos de interesse econômico, nos quais os crisopídeos aparecem como importantes predadores. Os gêneros *Chrysoperla* e *Ceraeochrysa* são os mais utilizados nos programas de controle biológico no Brasil. Pessoa et al. (2010) relataram que a criação massal e eficiente desses predadores depende de fatores relacionados às técnicas de manipulação na fase de desenvolvimento, a adaptabilidade à dieta e os custos de produção.

A criação de *C. cubana* exige atenção nas formas de manuseio dos indivíduos, bem como no alimento que é ofertado às larvas. O conhecimento da dieta adequada tanto para a fase larval quanto para os adultos da espécie que se está pesquisando é fundamental para manutenção de seu nível populacional constante em laboratório (PANIZZI & PARRA, 1991).

3.3. Criação de crisopídeos

Em sistemas de criação de Chrysopidae, as dietas usadas podem ser naturais ou artificiais (sintéticas). A busca por dietas artificiais menos dispendiosas, fáceis de serem obtidas e que garantam o bom desenvolvimento biológico das fases larval e adulta de crisopídeos criados fora do seu ambiente natural, são considerados grandes entraves para a criação massal. Diversos estudos tem associado a qualidade das dietas ao desenvolvimento destes predadores, pois o alimento inadequado pode afetar negativamente a sua biologia (CARVALHO & SOUZA, 2009).

Muitas dietas sintéticas para crisopídeos foram formuladas, no entanto, muitas vezes levaram ao fracasso do desenvolvimento destes insetos (VANDERZANT, 1973). Venzon et al. (1996), adicionando Aminosteril® em ovos de *A. kuehniella* e ao pulgão *Toxoptera citricida* (Kirkaldy, 1907) evidenciaram o completo desenvolvimento das larvas e uma boa produção de adultos de *C. cubana*. Outras pesquisas no mundo buscam ingredientes capazes de formular dietas que substituam as dietas naturais (RIDWAY et al., 1970; KRISHNAMOORTHY, 1984; COHEN & SMITH, 1998; LEE & LEE, 2005; VENZON et al., 2006; ULHAQ et al., 2006).

O uso de ovos de insetos de Lepidoptera sempre se destaca como dieta natural para *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) e *C. cubana* criadas em laboratório. Ribeiro et al. (2011) estudaram a potencialidade dos ovos de *Bonagota cranaodes* (Meyrick, 1937) como alimento para *C. externa*, mas evidenciaram que o seu uso em criação massal proporciona baixa fecundidade para o crisopídeo, contudo, ovos de lepidópteros da família Pyralidae apresentam potencialidades para suprir a necessidade alimentar de crisopídeos (SANTA-CECÍLIA et al., 1997). Figueira et al. (2002) mostraram o aumento progressivo na capacidade predatória diária de larvas de *C. externa* nos três instares, quando alimentadas com ovos de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) e De Bortoli & Murata (2011) verificaram que *Ceraeochrysa paraguaria* (Navás, 1920) apresentou um desenvolvimento significativo consumindo ovos de *A. kuehniella*.

Os hábitos alimentares dos crisopídeos são variáveis, sendo que os adultos de algumas espécies se alimentam naturalmente de pólen, *honeydew* (secretado por alguns hemípteros) e néctar para sobrevivência e reprodução. Por esse motivo estes insetos são considerados glicopolínívoros (SHELDON & MACLEOD, 1971; PANIZZI & PARRA, 2009; CARVALHO & SOUZA, 2009) o que torna essas fontes de alimento passíveis de utilização em sistemas de criação intensiva. Garcia (1991) reportou que os insetos do

gênero *Chrysoperla* (Steinmann) alimentados artificialmente necessitam também da associação com leveduras ou bactérias simbiontes para a provisão de aminoácidos a partir de dietas a base de néctar e secreções açucaradas e, no caso dos crisopídeos, favorece a sintetização de compostos essenciais para a produção de ovos.

A alimentação de crisopídeos na fase adulta com dieta a base de lêvedo de cerveja desidratada e mel foi demonstrada como eficaz a estes insetos por Freitas (2001). Além do lêvedo de cerveja, Pessoa et al. (2010) verificaram que o uso de lêvedo de cana com adição de mel se adequaram a alimentação de adultos de *C.externa* e não interferiram significativamente nos aspectos de oviposição da espécie.

3.4. Criação de *Anagasta kuehniella*

A traça-das-farinhas *A. kuehniella* é um piralídeo cosmopolita que ocorre em todo o território brasileiro e provoca graves prejuízos devido ao seu hábito alimentar, afetando grãos, farinhas e cereais (SASAKI et al., 2013). A produção desta praga tornou-se de fundamental importância para a criação de outros insetos, em especial os inimigos naturais, por ser eficiente hospedeiro alternativo (MAGALHÃES et al., 2012) e, principalmente, por apresentar facilidade de criação em laboratório (ZAGO et al., 2006).

Os processos de criação da traça passaram por sistemas de produção inicialmente pequenos (STRONG et al., 1968) e posteriormente, estes foram intensificados para uma escala mais comercial (PARRA et al., 1989). Para isso foram desenvolvidas diversas dietas artificiais, tendo como principal fonte proteica, o milho. Uma dieta bastante utilizada para sua criação é constituída de farinha de trigo e de milho, acrescidas de lêvedo de cerveja (CRUZ et al., 1999), porém, Lima Filho et al. (2001) relataram que dietas constituídas com adição de fubá de milho propiciaram eficiência similar.

Comparando dietas para *A. kuehniella*, com fins de produção do parasitoide *Trichogramma* sp., a base de milho branco e amarelo, Magrini et al. (1995) observaram que as mesmas são adequadas nutricionalmente para a criação da praga. Avaliando a taxa de parasitismo de *Trichogramma exiguum* (Pinto & Platner, 1978), Pratissoli et al. (2010) observaram que, nos três dias de avaliação, o parasitismo foi maior em ovos de *A. kuehniella*. Estes autores apontaram que a qualidade nutritiva destes ovos é superior aos de *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819) para estes parasitoides, no entanto, não avaliaram essa mesma taxa de parasitismo em ovos oriundos do piralídeo alimentado com dietas diferenciadas.

Estudando a biologia de *A. kuehniella* em dietas a base de farelo, gérmen de trigo e farinha integral, Cabral (2001) observou que dietas a base de farinha integral e gérmen mostraram-se mais adequadas e verificou que as larvas apresentaram potencial como hospedeiro para o parasitoide *Bracon hebetor* Say, 1857, diferenciando-se quando as mesmas foram submetidas à dieta com farelo, a qual não permitiu o desenvolvimento do parasitoide.

A potencialidade de criação de *Hippodammia convergens* (Guérin-Meneville, 1842) com ovos de *A. kuehniella* foi verificada por Kato et al. (1999), contudo os mesmos não ovipositaram. Isso implica em possível inadequação nutricional dos ovos e pode estar relacionado ao alimento ofertado na fase larval da traça. O predador pode tornar-se específico de determinadas presas e a composição química da mesma, em proporção de nutrientes e em quantidade de compostos secundários de plantas presentes, determina a sua adequação ou não ao predador (SOARES & MACÊDO, 2000).

Os ovos de *A. kuehniella* têm sido recomendados para insetos da família Chrysopidae, pois garante grande viabilidade para as fases larvais, devido à capacidade dos ovos em armazenar nutrientes como vitaminas, que podem satisfazer as exigências nutricionais das larvas (COELHO JUNIOR, 2010). Santa-Cecília et al. (1997) apontaram que ovos de *A. kuehniella* fornecidos de forma isolada ou como suplemento forneceram maior obtenção de adultos de *C. cubana*. De Bortoli et al. (2009), estudando a biologia de *Ceraeochrysa cincta* (Schneider, 1851), observou que alimentando as larvas com ovos de diferentes lepidópteros, os de *A. kuehniella* foram mais propensos ao bom desenvolvimento das larvas em primeiro e segundo ínstares, e os adultos ainda apresentaram maior longevidade. Viana & Albuquerque (2009) também avaliaram a sistemática de *Ceraeochrysa caligata* (Banks, 1945), alimentando as larvas com ovos deste piralídeo.

3.5. Uso de pólen e mel como dieta para adultos de Chrysopidae

O sucesso reprodutivo das espécies de crisopídeos, em criações massais destinadas ao controle biológico, se dá em função da adição de fontes de carboidratos e proteicas eficientes nas dietas (CARVALHO & SOUZA, 2009). Para Tauber & Tauber (1974) a dieta consumida pode alterar, de forma direta ou indireta, o comportamento, a cópula e a oviposição dos insetos. Os neurópteros, em especial os crisopídeos, são considerados glicopolínívoros, se alimentando naturalmente de néctar e pólen

(RIDGWAY & MURPHY, 1984; HORNE et al., 2001). Então, o pólen pode ser uma alternativa para uso em dietas destes insetos submetidos a criações em massa.

O pólen apícola, definido como o resultado da aglutinação do pólen das flores, colhido pelas abelhas operárias mediante néctar e suas substâncias salivares, para a produção do mel (BRASIL, 2001; SILVA et al., 2009), provavelmente apresente uma constituição química adequada, visto que as abelhas escolhem as flores com os melhores recursos para visitar e realizar a prática de coleta (JONES & JONES, 2001). Brasil (2001) reportou que o pólen comercializado no Brasil deve apresentar proteína mínima de 8% e açúcares totais de 14,5% - 55,0%. Almeida-Muradian et al. (2005) encontraram proteínas, lipídeos, cinzas e carotenoides totais em bolotas de pólen apícola.

Muitas pesquisas apontam a qualidade do pólen apícola coletado em diferentes regiões do Brasil. Funari et al. (2003) avaliaram a composição química de pólen apícola da região de Botucatu-SP e Marchini et al. (2006) reportaram valores de proteína, lipídeos e açúcares totais de pólen apícola colhidos em Piracicaba-SP atendendo as exigências químicas estabelecidas, assim como Barreto et al. (2005) avaliando a qualidade e composição do pólen apícola proveniente de sete estados brasileiros e do Distrito Federal.

De acordo com Goodman (2003) o pólen contém proteínas, lipídeos e esteróis, e, segundo Panizzi & Parra (2009), no pólen estão presentes até 14 carboidratos diferentes e proteínas, que correspondem a 6% - 35% do peso, assim como aminoácidos encontrados em grande concentração. Adicionalmente ainda podem ser encontrados 13 minerais e vitaminas (A, C, E várias do complexo B). Alto valor percentual de proteína do pólen foi demonstrado por Roulston & Cane (2000) e Marchini et al. (2006) asseguraram que o pólen coletado no alvado das colmeias apresenta importante fonte de proteínas, logo, apresentam grande parte dos nutrientes essenciais requeridos pelos crisopídeos na fase adulta. Entretanto, o pólen apresenta variações na sua constituição química de acordo com a espécie vegetal, o que requer um suplemento a dietas com o uso deste, tais como néctar, *honeydew* ou mel (PANIZZI & PARRA, 1991; MODRO et al., 2007; CARPES, 2008; ALBUQUERQUE, 2009).

A utilização do pólen de milho na alimentação de *Coleomegilla maculata* (Degeer, 1775) foi evidenciada por Smith (1965) e Meissle et al. (2014) verificaram ingestão de pólen de milho por *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836). Nonino et al. (2007) evidenciaram atração do predador *Doru luteipes* (Scudder, 1876) por pólen apícola e Pasini et al. (2007), visando obtenção de dieta apropriada para oviposição e com baixo custo para criação de *D. luteipes*, utilizaram dietas a base de pólen de taboa (*Typha*

angustifolia L.). Krishnamoorthy (1984) apontou a utilização de pólen de *Ricinus communis* (L.) na alimentação de adultos de *Chrysoperla scelestes* (Banks, 1897) e Villenave et al. (2005) observaram o consumo de diversas espécies vegetais por crisopídeos do gênero *Chrysoperla*. Posteriormente, Venzon et al. (2006) evidenciaram benefícios de polens de leguminosas e Oliveira et al. (2009) de pólen de forrageiras na alimentação de adultos de *C. externa*.

O mel é reconhecido mundialmente como uma importante fonte alimentar de carboidrato para uma gama de espécies de Chrysopidae, usado como incremento da dieta para as espécies em diferentes pesquisas (AUAD et al., 2001; LIRA & BATISTA, 2006; CHENG et al., 2010; SARAILOO & LAKZAEI, 2014). O mel é utilizado como fonte principal, contudo a busca por formas alternativas de substituição deste elemento fundamental pode ser realizada para diminuir custos em uma criação comercial de insetos.

O Brasil é um grande produtor mundial de cana-de-açúcar, a qual apresenta valor nutricional ligado principalmente ao teor de açúcares. Da cana-de-açúcar se obtêm diversos produtos, entre eles, o melado ou mel de engenho, como é conhecido na região Nordeste. O mesmo também é chamado de “rapadura líquida” e apresenta-se como um líquido denso, viscoso, de cor escura e apreciado pelo seu valor energético e nutritivo (CÉSAR & SILVA, 2003; CASTILLO & FORERO, 2007; SILVA, 2014).

O mel de engenho é obtido a partir da extração do caldo de cana, quando moída, e aquecimento de forma lenta antes de atingir o ponto final, estabelecido com Brix atingindo 83° (NOGUEIRA et al., 2009). Este produto se destaca entre os principais produtos do segmento artesanal do sistema agroindustrial da cana-de-açúcar (SEBRAE, 2005). A integração com o mercado é baixa e este produto é, geralmente, encontrado em lojas de produtos naturais, feiras livres, armazéns, supermercados, padarias e afins, sendo apreciado nas receitas regionais (SEBRAE, 2004; SEBRAE, 2005; SILVA et al., 2012). A utilização deste produto pode ser uma alternativa a alimentação de espécies de crisopídeos em produções de grande escala.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, S. A. Crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae). In: PANIZZU, A. R.; PARRA, J. R. P. (Ed.). **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. Cap. 23, p. 969-1022.

- ALMEIDA-MURADIAN, L. B.; PAMPLONA, L. C.; COIMBRA, S.; BARTH, O. M. Chemical composition and botanical evaluation of dried bee pollen pellets. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 18, p. 105-111, 2005.
- ALVAREZ, C. C.; CAUSTON, C. E.; HODDLE, M. S.; HODDLE, C. D.; DRIESCHE, R.; STANEK III, E. J. Monitoring the effects of *Rodolia cardinalis* on *Icerya purchasi* populations on the Galapagos Islands, **Biological Control**, Orlando, v. 57, p. 167-179, 2011.
- AUAD, A. M.; TOSCANO, L. C.; BOIÇA JÚNIOR, A. L.; FREITAS, S. Aspectos biológicos dos estádios imaturos de *Chrysoperla externa* (Hagen) e *Ceraeochrysa cincta* (Schneider) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentados com ovos e ninfas de *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 3, 2, p. 429-432, 2001.
- BARRETO, L. M. R. C.; FUNARI, S. R. C.; ORSI, R. O. Composição e qualidade do pólen apícola proveniente de sete estados brasileiros e do Distrito Federal. **Boletim da Indústria Animal**, São Paulo, v. 62, p. 167-175, 2005.
- BATISTA FILHO, A. Controle biológico e o manejo integrado de pragas. **Biológico**, São Paulo, v. 55 (1/2), p. 35-36, 1989.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 3 de 2001. **Regulamentos técnicos de identidade e qualidade de apitoxina, de cera de abelha, de geléia real liofilizada, de pólen apícola, de própolis e de extrato de própolis**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/das/dipoa>> Acesso em: 11 de set. de 2014.
- CABRAL, F. **Influência da alimentação de larvas de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1989) (Lepidoptera: Pyralidae) no desenvolvimento de seu parasitoide natural *Bracon hebetor* Say 1836 (Hymenoptera: Braconidae) e sua tolerância à radiação de microondas (2450MHz)**. Campinas, SP. 2001. Dissertação (Mestrado).
- CARPES, T. **Estudo das Características físico-químicas e biológicas do pólen apícola de *Apis mellifera* da região Sul do Brasil**. Ph.D. Thesis, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brazil, 2008.

- CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Métodos de criação e produção de crisopídeos. In: BUENO, V. H. P. (Ed) **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2009.
- CASTILLO, E. E. F.; FORERO, S. C. S. **Evaluación de melanza de caña como sustrato para la producción de *Saccharomyces cerevisiae***. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Microbiologia Industrial) Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, Bogotá, 2007.
- CESAR, M. A. A.; SILVA, C. A. B. **Pequenas indústrias rurais de cana-de-açúcar**. Embrapa – Informação Tecnológica, p. 53-82, 2003.
- CHENG, L. I.; NECHOLS, J. R.; MARGOLIES, D. C.; CAMPBELL, J. F.; YANG, P. S. Assessment of prey preference by the mass-produced generalist predator, *Mallada basalis* (Walker) (Neuroptera: Chrysopidae), when offered two species of spider mites, *Tetranychus kanzawai* Kishida and *Panonychus citri* (McGregor) (Acari: Tetranychidae), on papaya. **Biological Control**, Orlando, v. 53, p. 267-272, 2010.
- COELHO JUNIOR, A. **Otimização da criação de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879), hospedeiro alternativo de *Trichogramma* spp., baseando-se na temperatura, densidade larval e concentração de dióxido de carbono**. ESALQ. Piracicaba, 2010. Dissertação (Mestrado)
- COHEN, A.C.; SMITH, L. K. A new concept in artificial diets for *Chrysoperla rufilabris*. The efficacy of solid diets. **Biological Control**, Orlando, v. 13, n. 1, p. 49-54, 1998.
- CRUZ, I.; FIGUEIREDO, M. L. C., MATOSO, M. J. **Controle Biológico de *Spodoptera frugiperda* utilizando o parasitóide de ovos *Trichogramma pretiosum***. Circular Técnica, 30. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1999. 40 p.
- DE BORTOLI, S. A.; MURATA, A. T. Aspectos morfométricos de *Ceraeochrysa paraguaria* (Navás, 1920) (N Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com diferentes presas. **Comunicata Scientiae**, Teresina, v. 2, n. 2, p. 122-125, 2011.
- DE BORTOLI, S. A.; MURATA, A. T.; BRITO, C. H.; NARCISO, R. S. Aspectos biológicos de *Ceraeochrysa cincta* (Neuroptera, Chrysopidae), em condições de

laboratório. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 9, n. 2, 2009.

FIGUEIRA, L. K.; LARA, F. M.; CRUZ, I. Efeito de genótipos de sorgo sobre o predador *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentado com *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 133-139, 2002.

FREITAS, S. de. **Criação de crisopídeos (bicho lixeiro) em laboratório**. Jaboticabal: Funep, 2001. 20p.

FREITAS, S.; PENNY, N. D. The green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) of Brazilian Agro-ecosystems. **Proceedings of the California Academy of Sciences**, v. 52, p. 245–395, 2001.

FUNARI, S. R. C.; ROCHA, H. C.; SFORCIN, J. M.; GRASSI FILHO, H.; CURI, P. R.; DIERCKX, S. M. G.; FUNARI, A. R. M.; ORSI, R. O. Composições bromatológica e mineral do pólen coletado por abelhas africanizadas (*Apis mellifera* L.) em Botucatu, Estado de São Paulo, Brasil. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v.11, n.2, p.88-93, 2003.

GARCIA, M. A. Ecologia nutricional de parasitóides e predadores terrestres. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Ed.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Editora Manole, 1991. Cap. 8, p. 289-311.

GONÇALVES, L. Fatores históricos do controle biológico. **Floresta e Ambiente**, Ano3, p. 93-101, 1996.

GOODMAN, L. J. **Form and function in the honeybee**. Cardiff: International Bee Research Association, 2003. 220p.

HORNE, P. A.; NEW, T. R.; PAPACEK, D. Preliminary notes on *Mallada signatus* (Chrysopidae) as a predator in field crop in Australlia, pp. 395-397. In: P.K. McEwen, T.R. New and A.E. Whittington (eds.). **Lacewings in the Crop Environment**. Cambridge University Press. 2001.

- JERVIS, M. A. **Insects as natural enemies – A practical perspective**. Springer Dordrecht, Berlin, Heidelberg, New York, 2005.
- JONES, G. D.; JONES, S. D. The uses of pollen and its implication for Entomology. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 341-350, 2001.
- KATO, C. M.; BUENO, V. H. P.; MORAES, J. C.; AUAD, A. M. Criação de *Hippodamia convergens* Guérin-Meneville (Coleoptera: Coccinellidae) em ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Piracicaba, v. 23, p. 455-459, 1999.
- KRISHNAMOORTHY, A. Influence of adult diet on the fecundity and survival of the predator *Chrysopa scelestes* (Neuroptera: Chrysopidae). **Biocontrol**, v. 39, n. 4, p. 445-450, 1984.
- LEE, K.; LEE, J. Rearing of *Chrysopa pallens* (Rambur) (Neuroptera: Chrysopidae) on artificial diet. **Entomological Research**, v. 35, n. 3, p. 183-188, 2005.
- LENTEREN, J. C. van. Critérios de seleção de inimigos naturais. In: BUENO, V. H. P. **Controle biológico de pragas - produção massal e controle de qualidade**. Ed. UFLA, Lavras, 2009, 429p.
- LIMA FILHO, M.; FAVERO, S.; LIMA, J. O. G. Produção de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) com a Utilização de Fubá de Milho na Dieta Artificial. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 37-42, 2001.
- LIRA, R. S.; BATISTA, J. L. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* alimentados com o pulgão da erva-doce. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 25-35, 2006.
- MAGALHÃES, G. O.; GOULART, R. M.; VACARI, A. M.; DE BORTOLI, S. A. Parasitismo de *Trichogramma pretiosum* Riley, 1879 (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em diferentes hospedeiros e cores de cartelas. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 79, n. 1, p. 55-60, 2012.
- MAGRINI, E. A.; PARRA, J. R. P.; HADDAD, M. L.; BOTELHO, P. S. M. Comparação de dietas artificiais e tipos de milho para criação de *Anagasta kuehniella* (Zeller,

- 1879) (Lepidoptera: Pyralidae). **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 52, n. 1, p.60-64, 1995.
- MARCHINI, L. C.; REIS, V. D. A.; MORETI, A. C. C. C. Composição físico-química de amostras de pólen coletado por abelhas africanizadas *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) em Piracicaba, Estado de São Paulo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 3, 2006.
- MEISSLE, M.; ZÜND, J.; WALDBURGUER, M.; ROMEIS, J. Development of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) on pollen from *Bt*-transgenic and conventional maize. **Scientific Reports** [online] v. 4, p. 1-9, 2014.
- MODRO, A. F. H.; MESSAGE, D.; LUZ, C. F. P.; MEIRA NETO, J. A. A. Composição e qualidade de pólen apícola coletado em Minas Gerais. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 42, n. 8, p. 1057-1065, 2007.
- NOGUEIRA, F. S.; FERREIRA, K. S.; CARNEIRO JÚNIOR, J. B.; PASSONI, L. C. Minerais em melados e em caldos de cana. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 4, p. 727-731, 2009.
- NONINO, M. C.; PASINI, A.; VENTURA, M. U. Atração do predador *Doru luteipes* (Scudder) (Dermaptera: Forficulidae) por estímulos olfativos de dietas alternativas em laboratório. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 3, p. 623-627, 2007.
- OLIVEIRA, J. E. de M.; TORRES, J. B.; CARRANO-MOREIRA, A. F.; RAMALHO, F.S. Biologia de *Podisus nigrispinus* predando lagartas de *Alabama argillacea* em campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 1, p. 7-14, 2002.
- OLIVEIRA, S. A.; AUAD, A. M.; SOUZA, B.; CARVALHO, C. A.; SOUZA, L. S.; AMARAL, R. L.; SILVA, D. M. Benefícios do mel e pólen de forrageiras nos parâmetros biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 4, p. 583-588, 2009.

- PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. **Ecologia nutricional de insetos: e suas implicações no manejo de pragas**. Brasília: 2. ed. São Paulo, Manole, 1991.
- PANIZZI A. R; PARRA J. R. P. **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas**. Brasília, Embrapa/CNPq, 1164p. 2009
- PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico no Brasil, parasitoides e predadores**. São Paulo, Manole, 2002a. 609p.
- PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. Controle biológico: terminologia. In: PARRA, J. R. P.; BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (ed.). **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, 2002b.
- PARRA, J. R. P.; LOPES, J. R. S.; SERRA, H. J. P.; SALES JÚNIOR, O. Metodologia de criação de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) para produção massal de *Trichogramma* spp. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Piracicaba, v. 18, n. 2, p.403-415, 1989.
- PASINI, A.; PARRA, J. R. P; LOPES, J. M. Dieta artificial para criação de *Doru luteipes* (Scudder) (Dermaptera: Forficulidae), predador da lagarta-do-cartucho do milho, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 36, n. 2, p. 308-311, 2007.
- PESSOA, L. G. A.; FREITAS, S.; LOUREIRO, E. S. Adequação de dietas para criação de adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 77, n. 4, p. 723-725, 2010.
- PRATISSOLI, D.; DALVI, L. P.; POLANCZYK, R. A.; ANDRADE, G. S.; HOLTZ, A. M.; NICOLINE, H. O. Características biológicas de *Trichogramma exiguum* em ovos de *Anagasta kuehniella* e *Sitotroga cerealella*. **Idesia (Chile)**, v. 28, n 1, p. 39-42, 2010.
- RIBEIRO, A. L. P.; LÚCIO, A. D.; COSTA, E. C.; BOLZAN, A. R.; JOVANOWICH, R.; RIFFEL, C. T. Desenvolvimento de *Chrysoperla externa* alimentada na fase larval com ovos de *Bonagota cranaodes*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 9, p. 1571-1577, 2011.

- RIDGWAY, R. L. MURPHY, W. L. Biological control in field, pp. 220-228. In: CARNARD, M.; SÉMÉRIA, Y.; NEW, T. R. (eds). In: **Biology of Chrysopidae**. Dr.W.Junk Publishers, The Hague. 1984.
- RIDWAY, R.; MORRISON, R.; BADGLEY, M. Mass rearing a green lacewing. **Journal of Economic Entomology**, v. 63, p. 834-836, 1970.
- ROULSTON, T. H.; CANE, J. H. Pollen nutritional content and digestibility for animals. **Plant Systematics and Evolution**, v. 222, n. 1/4, p. 187-209, 2000.
- SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; SOUZA, B.; CARVALHO, C. F. Influência de diferentes dietas em fases imaturas de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 26, p. 309-314, 1997.
- SARAILOO, M. H.; LAKZAEI, M. Effect of different diets on some biological parameters of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). **Journal of Crop Protection**, v. 3, n. 4, p. 479-486, 2014
- SASAKI, D. Y.; ANTUNES, F. A.; FREIRE, M. G. M. F.; MACEDO, M. L. R. Potencial bioinseticida de um inibidor de tripsina de sementes de *Capparis flexuosa*. **Perspectivas on line: biológicas e saúde**, Campos dos Goytacazes, v. 9, n. 3, p. 16-27, 2013.
- SEBRAE. **Estudo técnico das alternativas de aproveitamento da cana-de-açúcar**. 2004, 54 p.
- SEBRAE. **O novo ciclo da cana: Estudo sobre a competitividade do Sistema Agroindustrial da Cana-de-açúcar e prospecção de novos empreendimentos**. Brasília: IEL/NC; SEBRAE, 2005. 337p.
- SHELDON, J. K.; MACLEOD, E. G. Studies on the biology of the Chrysopidae. II. The feeding behavior of the adult of *Chrysopa carnea* (Neuroptera), **Psyche**, Cambridge, v. 78, p. 107-121. 1971.
- SILVA, E. V. C; OLIVEIRA, E. M; GOMES, L. M. Elaboração e caracterização de biscoito enriquecido com pólen coletado pelas abelhas *Apis mellifera*. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 23, p. 171-177, 2009.

- SILVA, M. M. P. **Caracterização da produção e avaliação de indicadores de qualidade tecnológica de amostras de melado do estado de São Paulo.** Dissertação (Mestrado em Agroecologia e Desenvolvimento Rural) UFSCar, Araras, 2012, 97f.
- SILVA, V. P.; FERREIRA, D. N.; SOUZA, N. G. G.; ALEXANDRE, A. M.; GOMES, I. F. A.; MOREIRA, R. T. Desenvolvimento de sorvetes à base de caldo de cana e avaliação sensorial com crianças. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 813-824, 2014.
- SMITH, B. C. Differences in *Anatis mali* Auct. and *Coleomegilla maculate lengi* Timberlake to changes in the quality and quantity of the larval food (Coleoptera: Coccinelidae). **Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 97, p. 1159-1166, 1965.
- SOARES, J. J.; MACEDO, L. P. M. **Criação de *Chrysoperla externa* para o Controle Biológico de pragas do algodoeiro.** Circular Técnica, 30, ISSN 0100-6460; Embrapa Algodão, Campina Grande, 2000.
- STRONG, R.G., PARTIDA, G. J.; WARNER, D. N. Rearing stored-product insects for laboratory studies: six species of moths. **Journal of Economic Entomology**. v. 61, p. 1237-1249, 1968.
- TAUBER, M. J.; TAUBER, C. A. Thermal accumulations, diapause, and oviposition in a conifer-inhabiting predator, *Chrysopa harrisii* (Neuroptera). **Canadian Entomologist**, Ottawa, v. 106, p. 969-978, 1974.
- ULHAQ, M. M.; SATTAR, A.; SALIHAI, Z.; FARID, A.; USMAN, A.; KHATTAK, S. U. K. Effect of different artificial diets on the biology of adult green lacewing (*Chrysoperla carnea* Stephens.). **Songklanakarin Journal of Science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 1-8, 2006.
- VANDERZANT, E. Improvements in the rearing diet for *Chrysopa carnea* and the amino acid requirements for growth. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 66, p. 336-338, 1973.
- VENZON, M.; CARVALHO, C. F.; SILVA, R. L. X. Effects of various diets and temperatures on larval development in the Neotropical green lacewing *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). In:

INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NEUROPTEROLOGY, 5. 1994, Cairo, Egypt. **Proceedings...** Cairo, 1996. p. 251-257.

VENZON, M.; ROSADO, M. C.; EUZÉBIO, D. E.; SOUZA, B.; SCHOEREDER, J. H. Suitability of leguminous cover crop pollens as food source for the green lacewing *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, n. 3, p. 371-376, 2006.

VENZON, M.; ROSADO, M. C.; EUZÉBIO, D. E.; SOUZA, B.; SCHOEREDER, J. H. Suitability of leguminous cover crop pollens as food source for the Green lacewings *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 3, n. 35, p. 371-376, 2006.

VIANA, G. G.; ALBUQUERQUE, G. S. Polimorfismo no padrão de manchas tegumentares de larvas e adultos de *Ceraeochrysa caligata* (Neuroptera: Chrysopidae) e redescritção dos instares larvais. **Zoologia**, v. 26, n. 1, p. 166-174, 2009.

VILLENAVE, J.; THIERRY, D.; AL MAMUN, A.; LODÉ, T.; RAT-MORRIS, E. The pollens consumed by common green lacewings *Chrysoperla* sp. (Neuroptera; Chrysopidae) in cabbage crop environment in western France. **European Journal of Entomology**, v. 102, p. 547-552, 2005.

ZAGO, H. B.; PRATISSOLI, D.; BARROS, R.; GONDIM JR., M. G. C. Biologia e exigências térmicas de *Trichogramma pratissolii* Querino & Zucchi (Hymenoptera: Trichogrammatidae) em hospedeiros alternativos. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 35, n.3, pp. 377-381, 2006.

CAPÍTULO I

BIOMETRIA DO INSETO PREDADOR *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) EM DIFERENTES DIETAS

1. INTRODUÇÃO

As produções agrícolas são afetadas por diversos fatores, onde os insetos-praga são promotores de diversas perdas em função da intensidade de infestação constante. Para determinar as melhores formas de controle a serem empregadas, um fator primordial é o método a ser utilizado. O controle biológico vem tomando importância devido ao alcance de sucessos na redução das populações de pragas em diversos países e pelo fato de ser um método seguro e ambientalmente correto.

Dentre os agentes de controle biológico se destacam os insetos entomófagos, conhecidos por crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae), dos gêneros *Chrysoperla* e *Ceraeochrysa* em especial. Destes gêneros, algumas espécies são utilizadas em criações de grande escala, sendo citados por diversos autores como predadores potenciais de tripes, pulgões, ácaros, ovos e larvas de lepidópteros (CANARD & PRINCIPI, 1984; LIRA & BATISTA, 2006; PESSOA et al., 2010; MORANDO et al., 2014), entre outros. A espécie *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861), já evidenciada no controle de insetos fitófagos (SANTA-CECÍLIA et al., 1997; ALCANTRA et al., 2008; SOUZA et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2014), é um promissor agente de controle a ser inserido nos programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP).

Um dos maiores entraves para o uso dos insetos entomófagos como ferramenta de controle está relacionado às formas de obtê-los, criá-los em dieta artificial e de se manter os mesmos em uma criação de grande escala, de modo que se obtenham quantidades suficientes para serem liberadas no campo. Nesse contexto, a determinação de dietas adequadas e indispensáveis a sua alimentação é muito importante.

As larvas de crisopídeos geralmente são mantidas com dietas obtidas de outras criações de insetos, com destaque para os ovos de lepidópteros, como a traça-dos-cereais (*Sitotroga cerealella* Olivier, 1789) e a traça-das-farinhas (*Anagasta kuehniella* Zeller, 1879). A literatura apresenta inúmeros trabalhos que reportam o potencial nutritivo de ovos destes insetos para diferentes inimigos naturais, apontando as melhores durações dos períodos larvais, pupais e os melhores percentuais de viabilidade (KATO et al., 1999; PRATISSOLI et al., 2010).

Para a criação e obtenção de ovos de *A. kuehniella* com fins de utilização em produções massais, diversos autores determinaram várias dietas artificiais com o intuito de aumentar a produção dos mesmos e proporcionar redução de custos (MAGRINI et al., 1995; LIMA FILHO et al., 2001). No entanto, trabalhos que apontem o efeito das dietas

sobre a biologia dos crisopídeos são escassos. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento biológico das fases imaturas do predador *C. cubana* sobre ovos de *A. kuehniella* submetida a diferentes dietas artificiais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Entomologia, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias, Campus II da Universidade Federal da Paraíba. Foram utilizadas para as avaliações larvas de *C. cubana* oriundas de criação estabelecida no LEN. Os insetos foram criados em temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e UR de $70 \pm 10\%$, com fotofase de 12 horas e alimentados com dieta (mel e lêvedo de cerveja - 1:1). A partir da criação do crisopídeo obtiveram-se os ovos, os quais foram acondicionados em placas de teste Elisa para o desenvolvimento embrionário até eclosão.

As larvas, separadas assim que eclodiram, foram individualizadas em potes de plástico (3,5 cm de altura e 2,5 cm de diâmetro) e foram alimentadas com ovos da traça *A. kuehniella* submetida a diferentes tipos de alimentações, os quais consistiram os tratamentos, conforme especificado na Tabela 1.

Tabela 1. Dietas artificiais, em diferentes concentrações (%), fornecidas para a fase larval de *Anagasta kuehniella* criada em laboratório.

| | |
|-----------|--|
| T1 | Farinha de milho (50%)+Farinha de trigo (50%)+Lêvedo de cerveja (3%) |
| T2 | Farinha de milho trans. ¹ (50%)+Farinha de trigo (50%)+Lêvedo de cerveja (3%) |
| T3 | Farinha de Rosca (97%)+Lêvedo de Cerveja (3%) |
| T4 | Farinha de Rosca (48,5%)+Farinha de trigo (48,5%)+Lêvedo de Cerveja (3%) |
| T5 | Farinha de Arroz (97%)+Lêvedo de Cerveja (3%) |
| T6 | Farinha de Arroz (48,5%)+Farinha de trigo (48,5%)+Lêvedo de Cerveja (3%) |
| T7 | Farinha de Aveia (97%)+Lêvedo de Cerveja (3%) |
| T8 | Farinha de Aveia (48,5%)+Farinha de Trigo (48,5%)+Lêvedo de Cerveja (3%) |

¹transgênico

As dietas foram preparadas e acondicionadas em caixas plásticas retangulares e transparentes (22,5 cm x 15,0 cm x 6,0 cm) cobertas com tecido *voil*. Em cada caixa foram colocados 200g do alimento acrescido por 25 ovos de *A. kuehniella* (Figura 1) até a obtenção dos adultos.



Figura 1. Caixas de criação de *Anagasta kuehniella* pertencente ao Laboratório de Entomologia e submetida a diferentes dietas.

Dos adultos obtidos destas dietas foram coletados os ovos e estes foram acondicionados em placas de Petri, sendo armazenados em refrigerador ($5 \pm 2^\circ\text{C}$) e inviabilizados pela diminuição da temperatura (Figura 2) para evitar a eclosão de *A. kuehniella* e serem ofertados às larvas de *C. cubana*. Os ovos ficaram armazenados por no máximo 20 dias.



Figura 2. Adultos de *Anagasta kuehniella* mantidos sob criação no Laboratório de Entomologia (A) e ovos obtidos da traça armazenados em refrigerador para inviabilização e conservação (B).

Os tratamentos efetuados foram implementados no início da fase larval do inseto predador para avaliação dos parâmetros biológicos:

- *Período de cada estágio larval (dias) e viabilidade larval (%)* - duração do período em que o indivíduo passa até ecdise;

- *Período larval completo (dias)* - duração do período em que o indivíduo passa até atingir a fase de pupa;

- *Período pré-pupal + pupal (dias)* – tempo em que a larva cessa as atividades predatórias e começa a pupar + tempo em que, após a fase larval, a pupa leva para que ocorra a emergência;

- *Viabilidade pupal (%)* – percentual de indivíduos emergidos vivos e sem problemas aparentes (deformações);

- *Ciclo total (dias)* – período compreendido entre a fase larval e a fase pupal completa, até o indivíduo atingir a fase adulta;

- *Razão sexual* – medida a partir da relação entre machos e fêmeas emergidos através da fórmula: número de fêmeas/(número de fêmeas + número de machos).

A sexagem foi feita cinco dias após a emergência dos adultos, visto que a diferenciação sexual é mais facilmente visualizada quando as fêmeas atingem o período de oviposição, em virtude do abdômen das mesmas se apresentar mais dilatado em relação ao do macho.

Para cada tratamento usaram-se 40 repetições, contendo uma larva de *C. cubana* por repetição. O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado (DIC), tendo-se os dados submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias de cada tratamento comparadas pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). O programa estatístico utilizado para a pesquisa foi o SISVAR 5.3 Build 77 (FERREIRA, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Aspectos biológicos das fases imaturas de *Ceraeochrysa cubana* alimentadas com ovos de *Anagasta kuehniella* submetida a diferentes dietas

As larvas de *C. cubana* em primeiro ínstar apresentaram menores valores médios de duração deste estágio quando são alimentadas com ovos de *A. kuehniella* submetida ao tratamento 4 (2,3 dias) e os maiores foram observados no tratamento 8 (4,2 dias) (Tabela 2). Apesar de serem observadas diferenças estatísticas nos tratamentos, as durações do primeiro ínstar de *C. cubana* estão dentro das variações observadas em outros trabalhos que utilizaram ovos de *A. kuehniella*, submetida à dieta com milho comum (SANTA-CECÍLIA et al., 1997; PEDRO NETO et al., 2008; BONANI et al., 2009; MORANDO et al., 2014).

Não houve diferença significativa na duração da fase larval de *C. cubana* em segundo ínstar alimentada com as dietas oferecidas. Os valores de duração média variaram de 4,8 a 5,2 dias (Tabela 2). A alimentação desse estágio larval independe da dieta oferecida para *A. kuehniella*, indicando que os aspectos nutricionais dos ovos da traça possivelmente não sofreram alterações que influenciassem no desenvolvimento das larvas. Murata et al. (2006) avaliaram a capacidade de consumo de *C. externa* em ovos de três mariposas, observando-se que os ovos de *A. kuehniella* forneceram valores menores para o desenvolvimento larval de *C. cubana* nesse estágio.

Quando se comparou o desenvolvimento das larvas do crisopídeo no último estágio de desenvolvimento, verificou-se a menores durações nos tratamentos 1, 2 e 6 (3,6 a 4,0 dias) e maior no tratamento 7 (5,3 dias) (Tabela 2).

Tabela 2. Duração média (\pm EP¹) do período larval de *Ceraeochrysa cubana* sob diferentes dietas. Temperatura: $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 h.

| Tratamentos | Ínstares | | |
|---------------------|-------------------|------------------|--------------------|
| | 1º | 2º | 3º |
| 1 - FM + FT + L | $3,4 \pm 0,11$ bc | $4,8 \pm 0,10$ a | $3,6 \pm 0,08$ d |
| 2 - FMT + FT + L | $3,2 \pm 0,08$ c | $4,9 \pm 0,08$ a | $3,8 \pm 0,10$ cd |
| 3 - FR + L | $3,2 \pm 0,06$ c | $5,0 \pm 0,07$ a | $4,5 \pm 0,09$ b |
| 4 - FR + FT + L | $2,3 \pm 0,08$ d | $5,2 \pm 0,11$ a | $4,4 \pm 0,09$ bc |
| 5 - FA + L | $3,2 \pm 0,07$ c | $4,9 \pm 0,07$ a | $4,3 \pm 0,11$ bc |
| 6 - FA + FT + L | $3,1 \pm 0,05$ c | $5,0 \pm 0,07$ a | $4,0 \pm 0,10$ bcd |
| 7- FAv + L | $3,7 \pm 0,08$ b | $5,0 \pm 0,13$ a | $5,3 \pm 0,28$ a |
| 8 - FAv + FT + L | $4,2 \pm 0,06$ a | $5,2 \pm 0,17$ a | $4,3 \pm 0,19$ bc |
| CV ² (%) | 14,58 | 13,22 | 21,57 |

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). ¹Erro padrão; ²Coeficiente de variação. FM + FT + L = Farinha de Milho + Farinha de Trigo + Lêvedo de cerveja; FMT + FT + L = Farinha de Milho Transgênico + Farinha de Trigo + Lêvedo de cerveja; FR + L = Farinha de Rosca + Lêvedo de cerveja; FR + FT + L = Farinha de Rosca + Farinha de Trigo + Lêvedo de cerveja; FA + L = Farinha de Arroz + Lêvedo de cerveja; FA + FT + L = Farinha de Arroz + Farinha de Trigo + Lêvedo de cerveja; FAv + L = Farinha de Aveia + Lêvedo de cerveja; FAv + FT + L = Farinha de Aveia + Farinha de Trigo + Lêvedo de cerveja.

Jokar & Zarabi (2014) observaram que dietas artificiais a base de mel com adição de lêvedo e água não promoveram resultados satisfatórios para o desenvolvimento larval dos estádios larvais de *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836). Porém, o mesmo não foi verificado quando houve a adição de aminoácidos essenciais, gema de ovo, farinha da traça moída, vitaminas dos grupos A, E e D, fermento e água ao mel, onde os resultados foram similares aos observados na dieta padrão dessa pesquisa (ovos de *A. kuehniella*).

Isso evidencia que a falta de um determinado composto, aminoácido essencial ou vitamina pode influenciar no aumento do desenvolvimento larval de *C. cubana*.

O uso de farinha de aveia na alimentação de *A. kuehniella* causou aumento na duração dos ínstaes do crisopídeo. Entretanto, apesar de algumas das dietas para a traças-farinhas imprimirem no alimento à *C. cubana* maior duração dos estádios larvais, as mesmas não impedem o desenvolvimento completo das larvas, como foi evidenciado por Costa et al. (2002) avaliando a alimentação de *C. externa* com o pulgão *Aphis gossypii* (Glover, 1877) e com ovos do lepidóptero *S. cerealella*. Os resultados apontam que a qualidade do alimento ofertado à presa reflete a qualidade do alimento ofertado ao crisopídeo em criações de grande escala, o que também pode ocorrer naturalmente ou em produções agrícolas.

O uso da farinha de milho transgênico na dieta para *A. kuehniella* mostrou valores estatisticamente intermediários para o desenvolvimento das fases imaginais de *C. cubana*. Lawo et al. (2010) revelaram que as fases imaturas de *C. carnea* não foram afetadas por proteínas Bt quando consumiram larvas de *Helicoverpa armigera* (Hübner, 1805) e Li et al. (2014) não observaram diferenças no desenvolvimento larval de *Chrysoperla sinica* (Tjeder) alimentada com dieta artificial pura ou acrescida da proteína Cry1Ca. Possivelmente, a proteína inseticida não seja assimilada pela larva de *A. kuehniella* quando a mesma se alimenta com a farinha de milho transgênico, não afetando a membrana do seu intestino médio, local onde a proteína expressa a sua toxicidade (DE MAAGD et al., 2001). Consequentemente, pode não haver influência da mesma sobre a biologia larval de *C. cubana*.

Dietas com milho transgênico para *A. kuehniella* podem causar efeito nas fases posteriores de *C. cubana*, afetando a fecundidade e fertilidade dos insetos após a fase larval. No entanto, Li et al. (2010) verificaram ingestão de pólen de duas variedades de milho Bt por adultos de *C. carnea*, o que sugere o não efeito da proteína sobre Chrysopidae. Efeitos tritróficos da proteína Bt sobre larvas de *C. externa*, em duas gerações, nutridas com *A. gossypii* alimentados com algodão Bt não foram observados por Mota et al. (2012) e Tian et al. (2013) demonstraram que *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister, 1839) não foi afetado pela toxina na sua forma bioativa alimentando-se de *Trichoplusia ni* (Hübner, 1800-1803) e *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) submetidas à alimentação com diferentes plantas Bt. O mesmo foi observado por Meissle et al. (2014) no predador *C. carnea* alimentado com pólen de diferentes cultivares de

milho Bt, isoladamente, ou com ovos de *Ephestia kuehniella* (Zeller, 1879) oferecidos posteriormente.

3.2. Influência das diferentes dietas sobre os períodos de desenvolvimento larval e razão sexual de *Ceraeochrysa cubana*

Avaliando-se a duração dos períodos larval e pós-larval de *C. cubana* pode-se verificar que os menores resultados para a duração do período larval foram obtidos nos tratamentos 1, 2, 4, 5 e 6, com valores médios de aproximadamente 12 dias. As dietas contendo farinha de aveia promoveram durações mais elevadas, com 13,7 e 13,9 dias (Tabela 3). No período pós-larval (pré-pupa + pupa), observou-se novamente menor duração quando as larvas foram alimentadas com ovos de *A. kuehniella* submetidas aos tratamentos 1, 2, 4, 5 e 6, com valores variando de 15 a 16 dias, já os maiores valores médios para este parâmetro foram novamente observados nas dietas com farinha de aveia e também na dieta com farinha de rosca acrescida de lêvedo de cerveja.

Tabela 3. Duração ($\pm EP^1$) dos períodos larval (PL), pré-pupal+pupal (PP+P) e de larva a adulto (L-A) e Razão sexual (rs) de *Ceraeochrysa cubana* sob diferentes dietas. Temperatura: $25 \pm 2^\circ C$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 h.

| Tratamentos | PL | PP+P | L-A | rs |
|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|------|
| 1 - FM + FT + L | $11,8 \pm 0,14$ c | $15,3 \pm 0,46$ bc | $27,1 \pm 0,51$ d | 0,56 |
| 2 - FMT + FT + L | $11,7 \pm 0,10$ c | $15,1 \pm 0,20$ c | $26,9 \pm 0,19$ d | 0,55 |
| 3 - FR + L | $12,7 \pm 0,12$ b | $16,4 \pm 0,30$ ab | $29,0 \pm 0,34$ bc | 0,60 |
| 4 - FR + FT + L | $11,9 \pm 0,14$ c | $15,3 \pm 0,17$ bc | $27,2 \pm 0,23$ d | 0,80 |
| 5 - FA + L | $12,4 \pm 0,14$ bc | $15,7 \pm 0,29$ bc | $28,1 \pm 0,36$ cd | 0,25 |
| 6 - FA + FT + L | $12,1 \pm 0,10$ bc | $15,8 \pm 0,17$ bc | $27,8 \pm 0,03$ cd | 0,30 |
| 7- FAv + L | $13,9 \pm 0,29$ a | $16,9 \pm 0,24$ a | $30,9 \pm 0,20$ a | 0,40 |
| 8 - FAv + FT + L | $13,7 \pm 0,25$ a | $16,1 \pm 0,19$ abc | $29,7 \pm 0,36$ ab | 0,50 |
| CV ² (%) | 8,81 | 10,77 | 7,28 | - |

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). ¹Erro padrão;

²Coeficiente de variação. FM + FT + L = Farinha de Milho + Farinha de Trigo + Lêvedo de cerveja; FMT + FT + L = Farinha de Milho Transgênico + Farinha de Trigo + Lêvedo de cerveja; FR + L = Farinha de Rosca + Lêvedo de cerveja; FR + FT + L = Farinha de Rosca + Farinha de Trigo + Lêvedo de cerveja; FA + L = Farinha de Arroz + Lêvedo de cerveja; FA + FT + L = Farinha de Arroz + Farinha de Trigo + Lêvedo de cerveja; FAv + L = Farinha de Aveia + Lêvedo de cerveja; FAv + FT + L = Farinha de Aveia + Farinha de Trigo + Lêvedo de cerveja.

Dietas com farinha de aveia para a traça-das-farinhas também influenciaram no aumento do período de larva a adulto do crisopídeo *C. cubana*, com duração média variando de 30 a 31 dias, diferente dos tratamentos 1, 2, 4, 5 e 6, que apresentaram valores médios de 27 a 28 dias (Tabela 3). Provavelmente, dietas a base de farinha de aveia para *A. kuehniella* mostraram valores superiores por não apresentarem constituintes essenciais

na sua composição química para determinada fase do crisopídeo. Sattar & Abro (2009) observaram que dietas artificiais promoveram alta sobrevivência larval e emergência de adultos de *C. carnea*, em virtude das proteínas, lipídeos, carboidratos e água encontradas nestas dietas, sendo similares aos componentes encontrados no perfil nutritivo dos ovos dos lepidópteros, citados por Cohen (1992), e do conteúdo nutritivo bruto das larvas de lepidópteros, citados por Cohen & Smith (1998).

As dietas com farinha de arroz promoveram baixos resultados para a razão sexual de *C. cubana* (0,25 e 0,30), sendo os maiores resultados verificados nos tratamentos 3 e 4, com valores respectivos de 0,60 e 0,80 (Tabela 3). Os tratamentos 1 e 2 apresentaram valores de 0,56 e 0,55, próximos aos observados por Murata et al. (2006) alimentando *C. externa* e De Bortoli et al. (2009) alimentando o crisopídeo *Ceraeochrysa cincta* (Schneider, 1851) com ovos dos lepidópteros *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1794), *S. cerealella* e *A. kuehniella*. Os dois tipos de milho utilizados na dieta da traça influenciaram similarmente na relação de machos e fêmeas de *C. cubana*.

3.3. Viabilidades percentuais das fases imaturas de *Ceraeochrysa cubana*

Avaliando-se as viabilidades do período de desenvolvimento de cada estágio larval, observaram-se percentuais acima de 95% em todos os tratamentos, com exceção do tratamento 8 que mostrou viabilidade de 92,5% para o 2º ínstar do predador. Porém, o mesmo não foi evidenciado no desenvolvimento do período pupal do crisopídeo, observando-se viabilidades inferiores a 42% nos tratamentos 3 e 4 e superiores nos tratamentos com dietas a base de farinha de arroz (51,7% e 52,9%) e milho transgênico (62,8%) (Tabela 4).

Jokar & Zarabi (2014) verificaram baixa viabilidade pupal de *C. carnea* alimentada com dieta artificial (mel + levedura + água), mas verificou viabilidades percentuais superiores em dieta semiartificial (mel + aminoácido essencial + pó de gema de ovo + extrato de traça-dos-cereais moída + vitaminas do grupo A, D, E e B + lêvedo + água). Outros estudos apontaram viabilidades pupais de 51,1% para *C. cubana* alimentada com ovos de *A. kuehniella* (VENZON, 1991).

Os percentuais inferiores a 48% observados para o predador *C. cubana* nessa pesquisa indicam possível baixa adequação nutricional dos ovos, requerida e sintetizada pelo crisopídeo na fase de pupa, em virtude da alimentação da presa. Santa-Cecília et al. (1997) demonstraram viabilidade pupal baixa para *C. cubana* alimentando-se com

Pinnaspis sp. e com *Toxoptera* sp. + *Pinnaspis* sp.. Entretanto, quando ofertaram ovos de *A. kuehniella*, a viabilidade aumentou.

Tabela 4. Percentual de larvas viáveis e de adultos de *Ceraeochrysa cubana* emergidos quando alimentados com diferentes dietas. Temperatura: $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 h.

| Tratamentos | Viabilidade (%) | | | |
|------------------|-----------------|-------|-------|-------|
| | Ínstares | | | Pupal |
| | 1º | 2º | 3º | |
| 1 - FM + FT + L | 95,0 | 94,7 | 100,0 | 48,7 |
| 2 - FMT + FT + L | 97,5 | 100,0 | 100,0 | 62,8 |
| 3 - FR + L | 97,5 | 100,0 | 100,0 | 41,1 |
| 4 - FR + FT + L | 100,0 | 100,0 | 97,5 | 36,5 |
| 5 - FA + L | 100,0 | 97,5 | 97,4 | 51,7 |
| 6 - FA + FT + L | 100,0 | 97,5 | 97,4 | 52,9 |
| 7- FAv + L | 100,0 | 97,5 | 95,0 | 44,9 |
| 8 - FAv + FT + L | 100,0 | 92,5 | 94,6 | 51,1 |

FM + FT + L = Farinha de Milho + Farinha de Trigo + Lêvedo de cerveja; FMT + FT + L = Farinha de Milho Transgênico + Farinha de Trigo + Lêvedo de cerveja; FR + L = Farinha de Rosca + Lêvedo de cerveja; FR + FT + L = Farinha de Rosca + Farinha de Trigo + Lêvedo de cerveja; FA + L = Farinha de Arroz + Lêvedo de cerveja; FA + FT + L = Farinha de Arroz + Farinha de Trigo + Lêvedo de cerveja; FAv + L = Farinha de Aveia + Lêvedo de cerveja; FAv + FT + L = Farinha de Aveia + Farinha de Trigo + Lêvedo de cerveja.

Baixas viabilidades podem ser decorrentes do efeito da alimentação da presa sobre o predador, como foi evidenciado por Schlick-Souza et al. (2011) alimentando *C. externa* com *A. gossypii* em diferentes cultivares de algodoeiro, ou ainda devido a problemas com a criação massal do predador e da presa, decorrentes da criação contínua em várias gerações, da submissão dos indivíduos a mesma alimentação e da ausência de indivíduos selvagens para promover maior variabilidade genética à população.

O comportamento da população e viabilidade das lagartas e das pupas de *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) criadas em diferentes gerações foram afetados e Veiga et al. (2010) indicaram a introdução periódica de novos indivíduos. O período pré-imaginal de *C. externa* é influenciado pela geração e pelo número de casais (DE BORTOLI et al., 2012). Logo, resultados satisfatórios para a biologia de *C. cubana* criado em grande escala podem se relacionar com a interação da dieta ofertada e a geração do crisopídeo, sugerindo a necessidade de reintrodução de novos indivíduos na criação.

4. CONCLUSÕES

Ovos de *A. kuehniella* submetida a dietas com farinha de aveia não são indicados para a criação de *C. cubana*;

O uso de farinha de milho transgênico pode ser utilizado na formulação de dietas para *A. kuehniella*, pois não apresenta efeitos deletérios às larvas de *C. cubana*;

Farinha de rosca como constituinte de dietas para *A. kuehniella* favorece o bom desenvolvimento larval de *C. cubana*, mas promove baixas viabilidades pupais ao predador.

5. REFERÊNCIAS

- ALCANTRA, E.; CARVALHO, C. F.; SANTOS, T. M.; SOUZA, B.; SANTA-CECÍLIA, L. V. C. Biological aspects and predatory capacity of *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) fed on *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) under different temperatures. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1047-1054, 2008.
- BONANI, J. P.; SOUZA, B.; SANTA-CECÍLIA, L. V.; CORREA, L. R. B.; Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Planococcus citri* (Risso, 1813) (Hemiptera: Pseudococcidae) e *Toxoptera citricida* (Kirkaldy, 1907) (Hemiptera: Aphididae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 31-38, 2009.
- CANARD, M.; PRINCIPI, M. M. Development of Chrysopidae. In: CANARD, M. et al. **Biology of Chrysopidae**, The Hague: W. Junk, 1984. v.27, 294p.
- COHEN, A. C. Using a systematic approach to develop artificial diets for predators. In: **Advances in insect rearing for research and pest management** (eds. T. Anderson and N. C. Leppla), Westview Press, Oxford, pp. 77-92, 1992.
- COHEN, A. C.; SMITH, L. K. A new concept in artificial diets for *Chrysoperla rufilabris*: the efficacy of solid diets. **Biological Control**, Orlando, v. 13, p. 49-54, 1998.
- COSTA, R. I. F.; ECOLE, C. C.; SOARES, J. J.; MACEDO, L. P. M. Duração e viabilidade das fases pré-imaginais de *Chrysoperla externa* (Hagen) alimentadas

- com *Aphis gossypii* Glover e *Sitotroga cerealella* (Olivier). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 2, p. 353-357, 2002.
- DE BORTOLI, S. A.; FERREIRA, R. J.; VACARI, M. V.; DE BORTOLI, C. P.; MAGALHÃES, G. O.; DIBELLI, W. Duração do período pré-imaginal e fecundidade de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes populações e gerações. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 2, pp. 79-84, 2012.
- DE BORTOLI, S. A.; MURATA, A. T.; BRITO, C. H.; NARCISO, R. S. Aspectos biológicos de *Ceraeochrysa cincta* (Neuroptera: Chrysopidae), em condições de laboratório. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 9, n. 2, p. 101-106, 2009.
- DE MAAGD, R. A., BRAVO, A., CRICKMORE, N. How *Bacillus thuringiensis* has evolved specific toxins to colonize the insect world. **Trends in Genetics**, v. 17, p. 193–199, 2001.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- JOKAR, M.; ZARABI, M. Comparative study of different diets efficiency on some biological parameters of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). **Molecular Entomology**, Michigan, v. 5, n. 1, p 1-9, 2014.
- KATO, C. M.; BUENO, V. H. P.; MORAES, J. C.; AUAD, A. M. Criação de *Hippodamia convergens* Guérin-Meneville (Coleoptera: Coccinellidae) em ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Piracicaba, v.23, p.455-459, 1999.
- LAWO, N. C.; WÄCKERS, F. L.; ROMEIS, J. Characterizing indirect prey-quality mediated effects of a Bt crop on predatory larvae of the green lacewing, *Chrysoperla carnea*. **Journal of Insect Physiology**, v. 56, p. 1702-1710, 2010.
- LI, Y.; CHEN, X.; HU, L.; ROMEIS, J.; PENG, Y. Bt rice producing Cry1C protein does not have direct detrimental effects on the green lacewing *Chrysoperla sinica* (Tjeder). **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 33, n. 6, pp. 1391–1397, 2014.

- LI, Y.; MEISSLE, M.; ROMEIS, J. Use of maize pollen by adult *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) and fate of Cry proteins in *Bt*-transgenic varieties. **Journal of Insect Physiology**, v. 56, p. 157-167, 2010.
- LIMA FILHO, M.; FAVERO, S.; LIMA, J. O. G. Produção de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) com a Utilização de Fubá de Milho na Dieta Artificial. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 37-42, 2001.
- LIRA, R. S.; BATISTA, J. L. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* alimentados com o pulgões da erva-doce. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 25-35, 2006.
- MAGRINI, E. A.; PARRA, J. R. P.; HADDAD, M. L.; BOTELHO, P. S. M. Comparação de dietas artificiais e tipos de milho para criação de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, n. 1, p. 60-64, 1995.
- MEISSLE, M.; ZÜND, J.; WALDBURGUER, M.; ROMEIS, J. Development of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae) on pollen from *Bt*-transgenic and conventional maize. **Scientific Reports** [on line], v. 4, p. 1-9, 2014.
- MORANDO, R.; TOSCANO, L. C.; MARTINS, G. L. M.; EDUARDO, W. I.; MARUYAMA, W. I.; SANTOS, L. S. Predação e desenvolvimento de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentado com ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) oriundos de feijoeiro. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 7, n. 23, p. 42-48, 2014.
- MOTA, T. A.; FERNANDES, M. G.; SOUZA, M. F.; FONSECA, P. R. B.; QUADROS, J. C.; KASSAB, S. O. Tritrophic interactions between *Bt* cotton plants, the aphid *Aphis gossypii* Glover, 1827 (Hemiptera: Aphididae), and the predator, *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **African Journal of Agricultural Research**, v. 74, pp. 5919-5924, 2012.
- MURATA, A. T.; CAETANO, A. C.; DE BORTOLI, S. A.; BRITO, C. H. Capacidade de consumo de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes presas. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.19, n.3, p.304-309, 2006.

- OLIVEIRA, R.; ALVES, P. R. R.; COSTA, W. J. D.; BATISTA, J. L.; BRITO, C. H. Capacidade predatória de *Ceraeochrysa cubana* sobre *Aleurocanthus woglumi*. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 3, p. 177-182, 2014.
- PEDRO NETO, M. N.; CARVALHO, C. F.; REIS, P. R.; SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; SOUZA, B.; ALCANTRA, E.; SILVA, R. A. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen) predando *Oligonychus ilicis* (McGregor) e *Planococcus citri* (Risso). **Coffee Science**, Lavras, v. 3, n. 2, p. 85-93, 2008.
- PESSOA, L. G. A.; FREITAS, S.; LOUREIRO, E. S. Adequação de dietas para criação de adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.77, n.4, p.723-725, 2010.
- PRATISSOLI, D.; DALVI, L. P.; POLANCZYC, R. A.; ANDRADE, G. S.; HOLTZ, A. M.; NICOLINE, H. O. Características biológicas de *Trichogramma exiguum* em ovos de *Anagasta kuehniella* e *Sitotroga cerealella*. **Idesia (Chile)**, v. 28, n. 1, p. 39-42, 2010.
- SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; SOUZA, B.; CARVALHO, C. F. Influência de diferentes dietas em fases imaturas de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Piracicaba, v. 26, p. 309-314, 1997.
- SATTAR, M.; ABRO, G. H. Comparative effect of natural and artificial diets on biology of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). **Pakistan Journal of Zoology**, v. 41, n. 5, p 335-339, 2009.
- SCHLICK-SOUZA, E. C.; TOSCANO, L. C.; SOUZA-SCHLICK, G. D.; MARUYAMA, W. I.; PERES, A. J. A. Desenvolvimento larval de *Chrysoperla externa* alimentada com *Aphis gossypii* provenientes de três cultivares de algodoeiro. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 4, n. 13, p. 182-188, 2011.
- SOUZA, B.; ALCANTRA, E.; SILVA, R. A. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen) predando *Oligonychus ilicis* (McGregor) e *Planococcus citri* (Risso). **Coffee Science**, Lavras, v. 3, n. 2, p. 85-93, 2008.
- TIAN, J.; WANG, X.; LONG, L.; ROMEIS, J. NARANJO, S. E.; HELLMICH, R. L.; WANG, P.; EARLE, E. D.; SHELTON, A. M. Bt crops producing Cry1Ac,

Cry1Ab and Cry1F do not harm the green lacewing, *Chrysoperla rufilabris*. **Plos One**, v. 8, n. 3, p. 1-6, 2013.

VEIGA, A. C. P.; VIANA, C. L. T.; PEDROSO, E. C.; OTUKA, A. K.; VIANA, M. A.; LAURENTIS, V. L.; VACARI, A. M; DE BORTOLI, S. A. Biologia comparada de duas populações de *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) em laboratório. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, p. 773-778, 2010.

VENZON, M. **Biologia de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) (Neuroptera, Chrysopidae) em diferentes dietas e temperaturas**. 1991. 122f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1991.

CAPÍTULO II

DIETAS ALTERNATIVAS PARA A CRIAÇÃO DE ADULTOS E EXIGÊNCIAS TÉRMICAS DA FASE EMBRIONÁRIA DE *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)

1. INTRODUÇÃO

Os crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) são relatados por diversos autores como efetivos agentes de controle biológico, atuando na redução de populações de artrópodes considerados praga, entre eles: afídeos (ALCANTRA et al., 2008; LIRA & BATISTA, 2006), ácaros (MORANDO et al., 2014), ovos e larvas de lepidópteros (ECOLE et al., 2002; TAVARES et al., 2011), e aleirodídeos (OLIVEIRA et al., 2014). Estes apresentam característica de alimentação generalista o que implica em grande variação de presas.

No Brasil, as espécies *Chrysoperla externa* e *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) ganham destaque no uso em programas de controle biológico, em virtude da sua ação predatória, ampla distribuição geográfica, adaptação em diferentes cultivos e facilidade de criação fora do seu ambiente natural (NUÑES, 1989). As criações massais dos crisopídeos são realizadas com o intuito de se obter indivíduos para pesquisa e/ou comercialização de ovos ou larvas destinados à liberação dos predadores em áreas de produção. Para a obtenção de larvas com características adequadas ao seu desenvolvimento, um dos fatores que devem ser enfatizados é a alimentação da fase adulta do crisopídeo.

Os insetos da família Chrysopidae se alimentam naturalmente de pólen, néctar e *honeydew* na fase adulta. Ribeiro et al. (2013) registraram a presença de *C. cubana* em plantas de urucum na Bahia, Gitirana Neto et al. (2001) citam a presença de *C. cubana* em produção de citros e Li et al. (2010) evidenciaram o consumo de pólen de milho por *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836). Em produções de grande escala a dieta oferecida aos crisopídeos é artificial, a base de mel e lêvedo de cerveja.

As dietas utilizadas para o bom desenvolvimento, longevidade e fecundidade dos crisopídeos são de fácil obtenção, preparação e armazenamento. A busca por dietas alternativas e que sejam, principalmente, menos onerosas para produções de escala maior devem ser levadas em consideração, propiciando melhor relação custo benefício.

Estudos com dietas alternativas para a alimentação de *C. cubana* são muito exíguos e a utilização destas pode ser avaliada de maneira a ser utilizada em períodos de escassez de componentes da dieta ou substituí-los na criação deste inseto benéfico. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do uso de diferentes dietas sobre o potencial reprodutivo, fecundação e fertilidade, aspectos morfométricos de ovos e exigências térmicas da fase embrionária de *C. cubana* submetida à criação massal.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Entomologia, localizado no Campus II da Universidade Federal da Paraíba. Utilizaram-se para a pesquisa adultos de *C. cubana* oriundos de larvas alimentadas com ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879), pertencentes à criação do laboratório com temperatura média de 25 ± 2 °C, umidade relativa de $75 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

Os adultos de *C. cubana* foram criados em gaiolas cilíndricas de PVC, protegidas na parte inferior com tampa de alumínio e na parte superior com tecido *voil*, o qual serve como substrato de oviposição, juntamente com o papel sulfite branco aderido as gaiolas. A dieta padrão utilizada para os crisopídeos era composta de mel e lêvedo de cerveja em proporções iguais (1:1), disposta em material plástico retangular (2,5 x 0,5 cm), e água, fornecida em chumaço de algodão hidrofílico acondicionado em tampas de polietileno (*pet*).

Foram coletados ovos do crisopídeo, colocando-os para eclosão em placas de teste Elisa. Após a eclosão, as larvas foram alimentadas com ovos de *A. kuehniella* até obtenção dos adultos para a pesquisa. Foram utilizadas quatro diferentes dietas, as quais constituíram os tratamentos:

Tabela 1. Dietas fornecidas para os adultos de *Ceraeochrysa cubana*.

| | |
|-----------|--|
| T1 | Mel de abelhas + lêvedo de cerveja (M + L): dieta padrão |
| T2 | Mel de engenho + lêvedo de cerveja (ME + L) |
| T3 | Mel de abelhas + pólen apícola (M + P) |
| T4 | Mel de engenho + pólen apícola (ME + P) |

O mel de engenho e o lêvedo de cerveja foram obtidos em supermercado, o mel de abelhas (*Apis mellifera* L.) foi oriundo do Setor de Apicultura localizado no Centro de Ciências Agrárias da UFPB e o pólen apícola foi adquirido em loja de produtos fitoterápicos, comercializado com o intuito de ser utilizado na alimentação humana. O pólen foi triturado, até atingir uma textura fina, peneirado e armazenado em pote plástico. As dietas foram preparadas em laboratório, sendo pesadas em balança eletrônica e preparadas em proporção 1:1 até a obtenção de uma pasta, sendo armazenadas em refrigerador (10 ± 2 °C) por no máximo cinco dias.

Os adultos foram sexados, separados em casais e mantidos em mini gaiolas (potes plásticos de polietileno transparentes) com 5,8 cm de altura e 9,0 cm de diâmetro, cobertas com tecido *voil* de dimensões 14 x 14 cm (substrato para oviposição) fixados as mesmas

com fita elástica. As dietas foram fornecidas em material plástico transparente (polietileno) adaptado com dimensões 0,5 x 1,5 cm, tamanho suficiente para alocar as mesmas. A água foi posta em chumaços de algodão hidrofílico acondicionado em tampas para potes plásticos (1 cm de altura x 1,5 cm de diâmetro) com o auxílio de um borrifador. A dieta foi substituída a cada dois dias e para cada tratamento foram usadas 10 repetições, contendo um casal de *C. cubana* por repetição.

Foram avaliados durante a pesquisa os seguintes parâmetros: período de pré-oviposição (PréOvip.); período de oviposição (Ovip.); capacidade de postura - número médio de ovos por dia e número médio total de ovos; duração do período embrionário e viabilidade dos ovos (%) em diferentes temperaturas; aspectos morfométricos dos ovos; período de pós oviposição (PósOvip.); Longevidade dos Adultos, de Machos e de Fêmeas de *C. cubana*.

- *Período de pré oviposição* - usado para determinar o período em que os adultos, após emergência e submissão às diferentes dietas, passam para realizarem a primeira postura dos ovos;
- *Período de oviposição* – nesse caso avaliou-se a duração do período em que o crisopídeo permanece realizando posturas;
- *Período de pós oviposição* – tempo em que os adultos cessam a oviposição, após morte ou incapacidade reprodutiva dos mesmos;
- *Capacidade de postura* – determinaram-se as posturas de *C. cubana*, contabilizando-se o número de ovos diariamente. Posteriormente, com a soma dos dados obtidos, obteve-se a quantidade total de ovos;
- *Período embrionário e viabilidade de ovos* – usado para determinar a duração da fase embrionária de *C. cubana*. Para isso, os ovos foram separados em placas de teste Elisa e submetidos a diferentes temperaturas: 21°C; 23°C; 25°C; 27°C; 29°C e 31°C, em câmaras climatizadas tipo B.O.D., umidade relativa de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas. Foram usadas 20 repetições para cada tratamento, organizadas em triplicata. A viabilidade foi contabilizada pela relação percentual entre o número de ovos e a quantidade de larvas eclodidas e sem defeitos aparentes;
- *Aspectos morfométricos de ovos de C. cubana* – para a análise destes parâmetros foram utilizados ovos de postura recente com até 24 horas, coletados com o auxílio de uma tesoura. Estes foram manuseados de modo a não comprometê-los, cortando-se o pedicelo na sua base, presa ao *voil* (local onde as fêmeas ovipositavam em

maior quantidade). Utilizaram-se 20 repetições, agrupadas em triplicata, determinando-se o comprimento (C) e diâmetro (D) dos ovos, bem como o peso dos mesmos. O pedicelo foi desconsiderado nessas avaliações. Os ovos foram observados em estereoscópio com câmera acoplada, na visualização de 20 vezes e medidos com o auxílio do *software* TSView.

Para o peso dos ovos utilizaram-se 20 repetições, cada uma contendo 40 ovos, ou seja, o peso individual foi determinado a partir da relação peso de 40 ovos/40. Os mesmos foram coletados no mesmo dia de postura, separados de forma aleatória e pesados em balança analítica 10 dias após o início de oviposição, tendo-se as avaliações realizadas no decorrer das coletas.

- *Longevidade de machos e fêmeas* – determinado pelo tempo em que os adultos passam, consumindo a dieta, acasalando-se e ovipositando, até cessarem as suas atividades e morrerem.

O delineamento estatístico adotado para a avaliação dos parâmetros foi o inteiramente casualizado (DIC), tendo-se os dados submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias de tratamentos comparadas pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). Em exceção, os dados relacionados ao efeito de cada temperatura isolada sobre a duração da fase dos ovos oriundos dos adultos alimentados em cada tratamento foram submetidos ao teste de Tukey ($\alpha = 0,05$) e os dados de interação das diferentes dietas com a temperatura sobre a duração do período embrionário foram submetidos ao teste de regressão polinomial. O *software* estatístico usado para a pesquisa foi o SISVAR 5.3 Build 77 (FERREIRA, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Longevidade de adultos de *Ceraeochrysa cubana* sob diferentes dietas

Quando os machos de *C. cubana* foram alimentados com dietas à base de mel ou mel de engenho, suplementados com pólen apícola, a longevidade se mostrou inferior às demais dietas, com valores médios de 78,9 e 72,3 dias. A dieta com mel de engenho e lêvedo de cerveja proporcionou valor intermediário a dieta padrão, onde os adultos alcançaram em média 104,5 dias de vida. Em relação às fêmeas, pode-se verificar que a dieta com mel + pólen apícola promoveu menor longevidade (74,4 dias) comparando-se às outras dietas e novamente a dieta padrão mostrou melhores resultados (Tabela 1).

Verificou-se que os valores de longevidade apresentados nas dietas indicam maior tempo de vida para machos de *C. cubana*, independente da dieta, porém a longevidade das fêmeas foi maior em relação à dos machos na dieta mel de engenho + pólen apícola. Isso possivelmente tenha sido um fato isolado, visto que machos de *C. cubana* tendem a ser mais longevos, devido ao fato de não utilizarem parte de suas reservas nutricionais para a produção de ovos, diferente das fêmeas. A longevidade de *C. cubana* apresentou valores intermediários estatisticamente na dieta com mel de engenho e lêvedo (Tabela 2).

Tabela 2. Longevidade de *Ceraeochrysa cubana* submetido a diferentes dietas. Temperatura: $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 h.

| Dietas | Longevidade (dias) \pm EP ¹ | | |
|---------------------|--|--------------------|----------------------|
| | Macho | Fêmea | Adultos |
| M + L | 129,6 \pm 12,74 a | 101,3 \pm 7,41 a | 230,9 \pm 13,45 a |
| ME + L | 104,5 \pm 10,20 ab | 89,9 \pm 6,61 ab | 194,4 \pm 13,31 ab |
| M + P | 78,9 \pm 9,55 b | 74,4 \pm 4,19 b | 153,3 \pm 8,95 b |
| ME + P | 72,3 \pm 8,40 b | 84,3 \pm 8,15 ab | 156,6 \pm 10,68 b |
| CV ² (%) | 33,97 | 24,42 | 20,22 |

Médias seguidas da mesma letra na coluna não se diferenciam entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$).

¹Erro padrão da média; ²Coefficiente de Variação. M+L = mel + lêvedo de cerveja; ME+L = mel de engenho + lêvedo de cerveja; M+P = mel + pólen apícola; ME+P = mel de engenho + pólen apícola.

O pólen apícola na dieta aumentou a longevidade de *C. cubana* em relação aos resultados observados por Oliveira et al. (2009), alimentando *C. externa* com diferentes dietas a base de mel, lêvedo e pólen de gramíneas, e por Venzon et al. (2006), alimentando *C. externa* com pólen de leguminosas. Contudo, Pasini et al. (2007), utilizaram na dieta pólen de taboa (*Typha angustifolia* L.) visando obtenção de dieta com baixo custo para criação e apropriada para oviposição de *Doru luteipes* (Scudder, 1876), e verificaram que este alimento causou deformações e aumentou o número de ínstaes do predador.

As condições controladas de laboratório podem ser destacadas como fatores que facilitem a maior longevidade dos adultos. Macedo et al. (2010) evidenciaram longevidade de machos e fêmeas, alimentados em casa de vegetação, com mel e lêvedo de cerveja menores que as observadas nas dietas padrão e mel de engenho + pólen apícola. Os dados nessa pesquisa evidenciam que o uso de lêvedo de cerveja com mel ou mel de engenho para criações de crisopídeo em grande escala se equiparam.

3.2. Influência de dietas alternativas nos períodos de fecundidade de *Ceraeochrysa cubana*

O período médio de pré-oviposição de *C. cubana* foi maior quando as fêmeas foram alimentadas com dietas à base de mel de engenho + pólen apícola (8,2 dias) e menor quando alimentadas com a dieta padrão (Tabela 3).

O maior período de oviposição variou de 69 a 85 dias, evidenciado de forma estatisticamente similar quando os adultos do crisopídeo foram alimentados com mel ou mel de engenho acrescido de lêvedo de cerveja, e os menores nas dietas contendo o pólen apícola (Tabela 3). O mel de engenho acrescido de lêvedo de cerveja pode ser uma dieta substituinte à dieta com mel de abelhas + lêvedo, quando se refere à produção de ovos do crisopídeo.

Não houve diferença significativa para a pós-oviposição de *C. cubana* em qualquer uma das dietas, ou seja, independente da dieta que se forneça durante o desenvolvimento dos adultos, a fecundidade será cessada no mesmo período de tempo. Porém, a presença de pólen como fonte proteica nas dietas não favorece de forma adequada a fecundidade de *C. cubana* com fins de criação em grande escala.

Tabela 3. Duração \pm EP¹ dos parâmetros reprodutivos da fase adulta e capacidade de postura das fêmeas de *Ceraeochrysa cubana* alimentadas com diferentes dietas. Temperatura: $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 horas.

| Dietas | Duração (dias) | | | Nº de ovos/fêmea | |
|---------------------|-----------------------|--------------------|------------------------|-------------------|----------------------|
| | ² PréOvip. | ³ Ovip. | ⁴ PósOvip.* | Por dia | Total |
| M + L | $5,0 \pm 0,00$ c | $84,9 \pm 7,69$ a | $11,3 \pm 1,79$ a | $20,2 \pm 1,59$ a | $1346,2 \pm 155,7$ a |
| ME + L | $6,3 \pm 0,21$ b | $69,2 \pm 7,72$ ab | $14,4 \pm 3,65$ a | $17,1 \pm 1,37$ a | $966,7 \pm 155,8$ a |
| M + P | $7,2 \pm 0,29$ b | $47,1 \pm 3,44$ b | $20,1 \pm 4,38$ a | $6,7 \pm 0,49$ b | $192,4 \pm 33,2$ b |
| ME + P | $8,2 \pm 0,33$ a | $54,5 \pm 8,84$ b | $21,6 \pm 6,53$ a | $6,5 \pm 0,57$ b | $161,2 \pm 20,9$ b |
| CV ⁵ (%) | 11,52 | 35,73 | 35,12 | 27,91 | 53,07 |

Médias seguidas da mesma letra na coluna não se diferenciam entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ¹Erro padrão da média; ²Pré-oviposição; ³Oviposição; ⁴Pós-oviposição; ⁵Coeficiente de Variação. M+L = mel + lêvedo de cerveja; ME+L = mel de engenho + lêvedo de cerveja; M+P = mel + pólen apícola; ME+P = mel de engenho + pólen apícola. *Os dados referentes à PósOvip foram transformados em $\text{Ln}(x)$

Venzon & Carvalho (1992) não observaram acentuado aumento na oviposição de *C. cubana* com o uso de pólen e mel adicionado, mas esta fonte de alimentação influenciou de forma menos efetiva na produção. Oliveira et al. (2009) também apontaram que polens de braquiária e capim-elefante só fornecem adequada oviposição a *C. externa* quando suplementados com mel. O uso de pólen de braquiária + mel mostraram resultados de pré-oviposição similares aos encontrados para mel + pólen

apícola nesta pesquisa, entretanto, o período de oviposição foi menor. Li et al. (2014) verificaram valores adequados da pré-oviposição de *Chrysoperla sinica* (Tjeder) alimentada com dieta artificial acrescida de pólen de arroz Bt e não Bt, os quais foram similares aos observados para o tratamento com mel + lêvedo de cerveja.

Os menores valores observados para pré-oviposição, e os maiores valores de oviposição de *C. cubana* neste trabalho, possivelmente estejam relacionados com a falta e a presença da associação simbiótica presente no lêvedo de cerveja componente da dieta, independente da fonte de carboidrato, como foi demonstrado por Pessoa et al. (2010), os quais evidenciaram o uso de lêvedo de cana em dietas para *C. externa*.

As fêmeas de *C. cubana* apresentaram capacidade de postura com valores significativamente iguais nas dietas com mel de abelhas + lêvedo de cerveja e mel de engenho + lêvedo de cerveja, onde foram observadas quantidades diárias de 20,2 e 17,1 ovos, respectivamente. O mesmo foi observado para a capacidade de oviposição total, na qual estas dietas forneceram às fêmeas uma produção total de 1346,2 e 966,7 ovos, concomitantemente (Tabela 3). Macedo et al. (2010) encontraram valores médios de postura diária e total de *C. externa* inferiores aos encontrados neste trabalho e De Bortoli et al. (2012) observaram quantidade de ovos de *C. externa*, criada em Piracicaba-SP e Jaboticabal-SP em diferentes gerações, próximos aos encontrados nessa pesquisa nas dietas padrão e com mel de engenho + lêvedo de cerveja.

A pequena quantidade diária de ovos nos tratamentos com pólen apícola se assemelham aos encontrados por Boregas et al. (2003), quando alimentaram *C. externa* com pólen + mel na forma semilíquida ou pastosa. Evidências no número total de ovos superior aos encontrados nas dietas com o pólen utilizado nesse trabalho foram observadas por Oliveira et al. (2009), alimentando *C. externa* com pólen de mamona + mel. Li et al. (2010) demonstraram valores baixos de produção de ovos por *C. carnea* alimentada com uma dieta artificial a base de sacarose + lêvedo de cerveja + água e pólen de milho + sacarose, observando-se que o fornecimento de dieta composta apenas de pólen de milho apresentou valor de pré-oviposição ainda menor em relação aos observados neste trabalho, nas dietas mel + pólen apícola e mel de engenho + pólen apícola.

Provavelmente, o baixo número de ovos observados esteja relacionado ao fato das características do pólen que são afetadas pela composição das flores, das áreas de coleta das abelhas, bem como da estação (SZCZESNA et al., 2002). Os processos de secagem, armazenamento e tempo de armazenamento, comuns aqueles em que o pólen apícola é

submetido, podem influenciar na composição química do pólen, afetando as características nutritivas. Bassi (1998) demonstrou que um bom monitoramento na temperatura de desidratação do pólen coletado por abelhas é essencial, pois altas temperaturas afetam o valor nutritivo do pólen. Torres et al. (2003) reportaram que o pólen apícola é rico em proteínas e, se o tempo e a temperatura de armazenamento não forem corretos, pode perder facilmente o seu valor nutritivo. Campos et al. (2003) evidenciaram diminuição na atividade antioxidante do pólen apícola em virtude do envelhecimento e das condições não ideais de armazenamento.

As condições, o local, bem como o tempo de armazenamento das dietas para crisopídeos são fatores a serem considerados em uma criação de grande escala, visto que as mesmas podem ser facilmente contaminadas.

A alimentação de *C. cubana* na fase larval pode comprometer os adultos. Angelini et al. (2004), alimentando larvas de *C. externa* com diferentes quantidades de ovos de *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1789) observaram número médio total de ovos inferiores aos encontrados nesse trabalho, o mesmo foi evidenciado por Bezerra et al. (2006), quando alimentaram larvas de *C. externa* com ninfas e fêmeas adultas de *Planococcus citri* (Risso, 1813) e adultos com dieta padrão, tendo-se valores próximos aos encontrados nas dietas com mel + lêvedo de cerveja e mel de engenho + lêvedo de cerveja. Lira & Batista (2006) verificaram que, alimentando as larvas de *C. externa*, em primeiro ínstar, a partir do segundo ou do terceiro ínstaes, com o pulgão da erva-doce (*Hyadaphis foeniculi* Passerini, 1860), a longevidade dos adultos foi baixa em relação aos encontrados nesse trabalho, mesmo alimentando-se os adultos com a dieta a base de mel e lêvedo de cerveja.

Apesar de terem observados bons resultados nos aspectos pré-ovipositivos, ovipositivos e da fertilidade de *C. externa* sofrendo escassez alimentar durante o segundo e terceiro ínstaes, Angelini & Freitas (2006) evidenciaram valores de número total de ovos inferior aos apresentados nesta pesquisa com as dietas padrão e mel de engenho + lêvedo de cerveja. O uso de duas dietas artificiais para *Chrysopa pallens* (Rambur, 1838) na fase larval realizados por Lee & Lee (2005) não implicaram nos aspectos pré-ovipositivos e ovipositivos, número de ovos por dia e total, bem como a longevidade dos adultos. Sattar & Abro (2009) verificaram longevidade de machos e fêmeas de *C. carnea*, alimentada com dietas artificiais em duas gerações diferentes, inferiores aos reportados nessa pesquisa com *C. cubana*.

3.3. Aspectos morfométricos dos ovos de *Ceraeochrysa cubana* submetidos a diferentes dietas.

Os ovos de *C. cubana* são esféricos, com coloração branca e escurecem a medida que o embrião vai se desenvolvendo. A coloração dos ovos não varia de acordo com a dieta oferecida aos adultos e, em relação aos aspectos morfométricos, comprimento (C) e diâmetro (D), pode-se verificar que ovos obtidos de adultos alimentados apresentaram maior comprimento (0,81 mm) quando alimentados com mel + lêvedo de cerveja e não apresentaram diferença estatística em qualquer uma das dietas no diâmetro, com valores variando de 0,36 a 0,37 mm (Tabela 4). Os valores de (C), apesar de serem de gêneros e espécies diferentes, estão de acordo com os reportados por Freitas (2001) para ovos do crisopídeo *C. externa* e para os de *Mallada basalis* (Walker, 1853), que apresentam em média 0,74 mm de comprimento e 0,34 mm de diâmetro e (SIRIMACHAN, 2005). Pappas et al. (2011) relataram que o tamanho dos ovos dos crisopídeos variam de 0,7 a 2,3 mm.

Tabela 4. Aspectos morfométricos \pm EP¹ dos ovos de *Ceraeochrysa cubana* submetido a diferentes dietas. Temperatura: $25 \pm 2^\circ\text{C}$, UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 h.

| Dietas | C ² (mm) | D ³ (mm) | Peso (mg) |
|---------------------|---------------------|-------------------------------|----------------------|
| M + L | 0,81 \pm 0,00 a | 0,37 \pm 0,00 ^{ns} | 0,096 \pm 0,0001 a |
| ME + L | 0,77 \pm 0,00 b | 0,36 \pm 0,00 ^{ns} | 0,095 \pm 0,0005 a |
| M + P | 0,77 \pm 0,00 b | 0,36 \pm 0,00 ^{ns} | 0,060 \pm 0,0005 b |
| ME + P | 0,78 \pm 0,00 b | 0,37 \pm 0,00 ^{ns} | 0,094 \pm 0,0004 a |
| CV ⁴ (%) | 1,88 | 5,72 | 20,82 |

Médias seguidas da mesma letra na coluna não se diferenciam entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

¹Erro padrão da média; ²Comprimento; ³Diâmetro; ⁴Coefficiente de Variação. M+L = mel + lêvedo de cerveja; ME+L = mel de engenho + lêvedo de cerveja; M+P = mel + pólen apícola; ME+P = mel de engenho + pólen apícola.

O peso dos ovos foi estatisticamente igual para os tratamentos mel + lêvedo de cerveja, mel de engenho + lêvedo de cerveja e mel de engenho + pólen apícola, 0,096 mg; 0,095 mg e 0,094 mg, respectivamente (Tabela 4). Esses resultados indicam que as dietas causaram variações significativas apenas no comprimento e peso dos ovos do crisopídeo *C. cubana*.

3.4. Efeito de diferentes temperaturas sobre o período embrionário de *Ceraeochrysa cubana* submetida a dietas alternativas.

Segundo Canard & Principi (1984), a duração da fase de ovo numa espécie de crisopídeo varia de acordo com a temperatura. Verifica-se na temperatura de 21°C que a menor duração do período embrionário de *C. cubana* ocorreu quando o crisopídeo se alimentou com mel + pólen apícola (7,3 dias) e mel de engenho + pólen apícola (7,5 dias), sendo a maior duração observada na dieta padrão (8,1 dias). Pode-se observar na temperatura 23°C que não houve diferença estatística na duração do período embrionário de *C. cubana* alimentado com diferentes dietas, com variações de 6,8 a 7,0 dias (Tabela 5).

Tabela 5. Duração média \pm EP¹ da fase embrionária de *Ceraeochrysa cubana* submetida a diferentes dietas e com ovos mantidos sob diferentes temperaturas em câmaras climatizadas tipo B.O.D., UR de 70 \pm 10% e fotofase de 12 h.

| Dietas | Temperaturas | | | | | |
|---------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|
| | 21°C | 23°C | 25°C | 27°C | 29°C | 31°C |
| M + L | 8,1 \pm 0,05 a | 7,0 \pm 0,07 ^{ns} | 6,7 \pm 0,06 bc | 4,1 \pm 0,04 a | 3,3 \pm 0,06 ab | 2,6 \pm 0,05 d |
| ME + L | 7,7 \pm 0,06 b | 6,8 \pm 0,08 ^{ns} | 6,5 \pm 0,08 c | 4,3 \pm 0,06 a | 3,0 \pm 0,00 b | 2,9 \pm 0,08 c |
| M + P | 7,3 \pm 0,07 c | 6,9 \pm 0,09 ^{ns} | 7,1 \pm 0,08 a | 3,7 \pm 0,06 b | 3,4 \pm 0,10 a | 3,7 \pm 0,05 a |
| ME + P | 7,5 \pm 0,12 bc | 7,0 \pm 0,05 ^{ns} | 6,9 \pm 0,07 ab | 4,2 \pm 0,10 a | 3,3 \pm 0,12 ab | 3,3 \pm 0,07 b |
| CV ² (%) | 4,59 | 4,83 | 4,75 | 7,38 | 11,34 | 8,99 |

Médias seguidas da mesma letra na coluna não se diferenciam entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$).¹Erro padrão da média; ²Coeficiente de variação. M+L = mel + lêvedo de cerveja; ME+L = mel de engenho + lêvedo de cerveja; M+P = mel + pólen apícola; ME+P = mel de engenho + pólen apícola.

Na temperatura de 25°C o tempo médio observado para a eclosão das larvas foi menor nos tratamentos com mel ou mel de engenho + lêvedo de cerveja (6,5 e 6,7 dias) e maior nos tratamentos mel + pólen apícola e mel de engenho + pólen apícola, duração em torno de 7,0 dias. Foi observado na temperatura 27 °C que o tempo de eclosão apresenta menor duração quando os adultos são alimentados com mel + pólen apícola (3,7 dias), enquanto que nos demais tratamentos este período se comportou estatisticamente igual ($\alpha = 0,05$), com duração média de 4 dias (Tabela 5). Albuquerque et al. (1994) também evidenciaram decréscimo no período embrionário quando a temperatura se elevou, verificando-se uma duração média de 5,0 e 4,0 dias a 23,9 e 26,7°C respectivamente.

Em temperatura de 29°C o período embrionário de *C. cubana* apresentou a menor duração quando os adultos foram alimentados com mel de engenho + lêvedo de cerveja (3,0 dias), porém, estatisticamente iguais aos tratamentos padrão ou mel de engenho + pólen apícola. Elevando-se a temperatura para 31°C, a eclosão das larvas é mais rápida

quando os adultos são alimentados com a dieta padrão (2,9 dias) e mais lenta quando são submetidos à dieta com mel + pólen apícola (Tabela 5).

Comparando-se a interação entre os tratamentos com uso de diferentes dietas e a temperatura sobre o período embrionário de *C. cubana*, observa-se que todos os tratamentos comportaram-se significativamente de forma quadrática em todas as temperaturas (Figura 1).

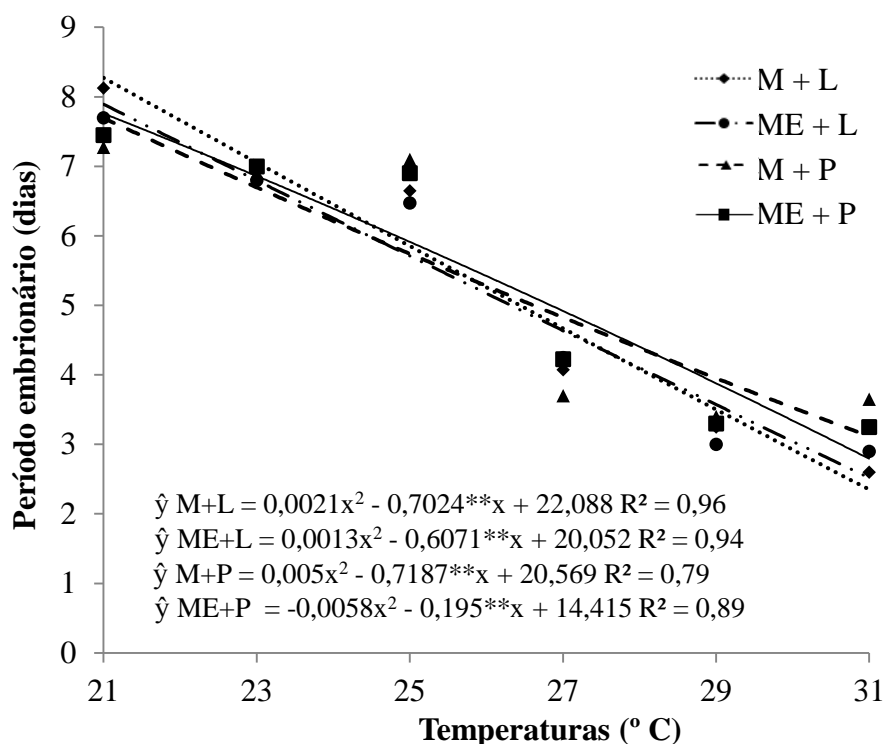


Figura 1. Curvas de regressão ajustadas para a influência de diferentes tipos de dietas sobre o período embrionário de *Ceraeochrysa cubana* em diferentes temperaturas. **Dados significativos ($\alpha = 0,01$)

A fase embrionária de *C. cubana* submetida a diferentes dietas tendeu a ser decrescente na medida em que se aumentou a temperatura de 21°C para 31°C. O tempo para eclosão das larvas no tratamento padrão foi maior em temperaturas mais baixas e foi diminuindo com o aumento da temperatura. O mesmo ocorreu no tratamento mel de engenho + lêvedo, contudo os valores de duração da fase são mais baixos em temperaturas mais amenas e aumenta em relação à dieta padrão apenas quando a temperatura ultrapassa 29°C (Figura 1).

Diminuições na duração da fase de ovo devido ao aumento da temperatura são comuns, como observado por Aun (1986) para ovos de *C. externa*, verificando-se que, ao utilizar temperaturas na faixa de 18 a 32°C, a duração do período embrionário decresce Silva (1991), Albuquerque et al. (1994) e Pessoa et al. (2009) também observaram esses

efeitos para *C. cubana*, *C. externa* e *Chrysoperla raimundoi* (Freitas & Penny, 2001), respectivamente. Ao avaliarem a duração do período embrionário de *C. externa* alimentada na fase larval com *Alabama argillaceae* (Hübner, 1818) e na fase adulta com dieta padrão, Silva et al. (2002) demonstraram redução deste à medida que a temperatura aumentava de 15°C para 30°C.

Decréscimo de 32% na duração do período embrionário de *C. raimundoi* foi observado por Lavagnini et al. (2009) alimentando-os com dieta padrão e tendo os ovos submetidos a temperatura de 31°C. Os dados destes autores se igualam aos observados nessa pesquisa, quando *C. cubana* é alimentado com a mesma dieta e com dieta a base de mel de engenho e lêvedo de cerveja.

3.5. Viabilidade da fase embrionária de *Ceraeochrysa cubana* submetida a diferentes dietas.

As melhores viabilidades da fase embrionária em todos os tratamentos ocorreram nas temperaturas 25°C, evidenciando-se percentuais de 92,5% a 97,5% nos tratamentos mel de engenho + lêvedo de cerveja, mel + pólen apícola e mel de engenho com pólen apícola adicionado, e 29°C, onde se observaram percentuais acima de 95% nos tratamentos com mel ou mel de engenho e lêvedo de cerveja (Tabela 6).

Tabela 6. Viabilidade média da fase embrionária de *Ceraeochrysa cubana* submetida a diferentes dietas com ovos mantidos em diferentes temperaturas em câmaras climatizadas tipo B.O.D., UR de $70 \pm 10\%$ e fotofase de 12 h.

| Dietas | Viabilidade (%) | | | | | |
|--------|-----------------|------|------|-------|-------|-------|
| | 21°C | 23°C | 25°C | 27°C | 29°C | 31°C |
| M + L | 92,5 | 95,0 | 92,5 | 92,5 | 100,0 | 92,5 |
| ME + L | 87,5 | 95,0 | 97,5 | 100,0 | 100,0 | 100,0 |
| M + P | 90,0 | 85,0 | 97,5 | 82,5 | 95,0 | 95,0 |
| ME + P | 90,0 | 87,5 | 97,5 | 75,0 | 85,0 | 90,0 |

M+L = mel + lêvedo de cerveja; ME+L = mel de engenho + lêvedo de cerveja; M+P = mel + pólen apícola; ME+P = mel de engenho + pólen apícola.

A viabilidade mais baixa foi observada no tratamento mel de engenho + pólen apícola (75,0%) quando os ovos foram mantidos até eclosão em temperatura de 27°C e dieta a base de mel de engenho e lêvedo de cerveja é favorável ao desenvolvimento da fase embrionária nas temperaturas entre 27°C e 31°C (Tabela 6). Pessoa et al. (2004) observaram que a fase embrionária de *Ceraeochrysa paraguaria* (Navás, 1920), alimentada na fase larval com ovos de *S. cerealella* e na fase adulta com mel e lêvedo de cerveja, apresenta viabilidades altas nas temperaturas de 20°C e 25°C.

4. CONCLUSÕES

O mel de engenho, associado ao lêvedo de cerveja, é um componente alternativo na formulação de dietas para adultos de *C. cubana*;

Pólen apícola não é indicado para alimentação de *C. cubana* na fase adulta por diminuir a longevidade e a fecundidade;

O comprimento e o peso dos ovos de *C. cubana* são reduzidos pelo uso de dietas à base de mel + pólen apícola;

São recomendadas para a fase embrionária de *C. cubana*, tanto para a duração, quanto para a viabilidade, temperaturas entre 25°C e 31°C.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, G. S.; TAUBER, C. A.; TAUBER, M. J. *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): life history and potential for biological control in Central and South America. **Biological Control**, Orlando, v. 4, p. 8-13, 1994.

ALCANTRA, E.; CARVALHO, C.F.; SANTOS, T.M.; SOUZA, B.; SANTA-CECÍLIA, L.V.C. Biological aspects and predatory capacity of *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) fed on *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) under different temperatures. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1047-1054, 2008.

ANGELINI, M. R.; FREITAS, S. Desenvolvimento pós-embrionário e potencial reprodutivo de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae), alimentada com diferentes quantidades de ovos de *Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae). **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 4, p. 395-399, 2004.

ANGELINI, M. R.; FREITAS, S. Efeito da escassez de alimento no desenvolvimento pós-embrionário e no potencial reprodutivo de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) em laboratório. **Bragantia** [online], v.65, n.1, pp. 129-137, 2006.

AUN, V. **Aspectos da biologia de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)**. Piracicaba: ESALQ, 1986. 65f. (Dissertação - Mestrado em Ciências Biológicas). 1986.

- BASSI, E. A. **Influência da umidade na textura do pólen apícola**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE APICULTURA, 12, 1998. Salvador/BA. Anais...p. 195.
- BEZZERRA, G. C. D; SANTA-CECÍLIA, L. V. C.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Aspectos biológicos da fase adulta de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) oriunda de larvas alimentadas com *Planococcus citri* (Risso, 1813) (Hemiptera: Pseudococcidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 603-610, 2006.
- BOREGAS, K. G. B.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em casa-de-vegetação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 1, p. 7-16, 2003.
- CAMPOS, M. G.; WEBBY, R. F.; MARKHAM, K. R.; MITCHELL, K. A.; CUNHA, A. P. Age-induced diminution of free radical scavenging capacity in bee-pollens and the contribution of constituent flavonoids. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, p. 742-745, 2003.
- CANARD, M.; PRINCIPI, M. M. Development of Chrysopidae. In: CANARD, M. et al. **Biology of Chrysopidae**, The Hague: W. Junk, 1984. v. 27, 294p.
- DE BORTOLI, S. A.; FERREIRA, R. J.; VACARI, M. V.; DE BORTOLI, C. P.; MAGALHÃES, G. O.; DIBELLI, W. Duração do período pré-imaginal e fecundidade de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes populações e gerações. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 2, pp. 79-84, 2012.
- ECOLE, C. C.; SILVA, A. G.; LOUZADA, J. N. C.; MORAES, J. C.; BARBOSA, L. R.; AMBROGI, B. G. Predação de ovos, larvas e pupas do bicho-mineiro-do-cafeeiro, *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville & Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) por *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 2, p. 318-324, 2002.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FREITAS, S de. **Criação de crisopídeos (bicho lixeiro) em laboratório**. Jaboticabal: Funep, 2001. 20p.

- GITIRANA NETO, J.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B.; SANTA-CECÍLIA, L. V. C. Flutuação populacional de espécies de *Ceraeochrysa* Adams, 1982 (Neuroptera: Chrysopidae) em citros, na região de Lavras-MG. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, p.550-559, 2001.
- LAVAGNINI, T. C.; FREITAS, S.; BEZERRA, A. L. Aspectos biológicos de *Chrysoperla raimundoi* Freitas & Penny (Neuroptera, Chrysopidae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 53, n. 4, p. 629–634, 2009.
- LEE, K.; LEE, J. Rearing of *Chrysopa pallens* (Rambur) (Neuroptera: Chrysopidae) on artificial diet. **Entomological Research**, Korea, v. 35, n. 3, p.183-188, 2005.
- LI, Y.; CHEN, X.; HU, L.; ROMEIS, J.; PENG, Y. *Bt* rice producing Cry1C protein does not have direct detrimental effects on the green lacewing *Chrysoperla sinica* (Tjeder). **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 33, n. 6, pp. 1391–1397, 2014.
- LI, Y.; MEISSLE, M.; ROMEIS, J. Use of maize pollen by adult *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) and fate of Cry proteins in *Bt*-transgenic varieties. **Journal of Insect Physiology**, v. 56, p. 157-167, 2010.
- LIRA, R. S.; BATISTA, J. L. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* alimentados com o pulgão da erva-doce. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 6, n. 2, 2006.
- MACEDO, L. P. M.; PESSOA, L. G. A.; SOUZA, B.; LOUREIRO, E. S. Aspectos biológicos e comportamentais de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) em algodoeiro. **Semina. Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, suplemento 1, p. 1219-1228, 2010.
- MORANDO, R.; TOSCANO, L. C.; MARTINS, G. L. M.; EDUARDO, W. I.; MARUYAMA, W. I.; SANTOS, L. S. Predação e desenvolvimento de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentado com ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) oriundos de feijoeiro. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 7, n. 23, p. 42-48, 2014.
- NUÑEZ, Z. E. Chrysopidae (Neuroptera) del Perú y sus especies más comunes. **Revista Peruana de Entomologia**, La Molina, v. 31, p. 69-75, 1989.

- OLIVEIRA, R.; ALVES, P. R. R.; COSTA, W. J. D.; BATISTA, J. L.; BRITO, C. H. Capacidade predatória de *Ceraeochrysa cubana* sobre *Aleurocanthus woglumi*. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 3, p. 177-182, 2014.
- OLIVEIRA, S. A.; AUAD, A. M.; SOUZA, B.; CARVALHO, C. A.; SOUZA, L. S.; AMARAL, R. L.; SILVA, D. M. Benefícios do mel e pólen de forrageiras nos parâmetros biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 4, p. 583-588, 2009.
- PAPPAS, M. L.; BROUFAS, G. D.; KOVEOS, D. S. Chrysopid predators and their role in biological control. **Journal of Entomology**, New York, v. 8, n. 3, p. 301-326, 2011.
- PASINI, A.; PARRA, J. R. P.; LOPES, J. M. Dieta artificial para criação de *Doru luteipes* (Scudder) (Dermaptera: Forficulidae), predador da lagarta-do-cartucho do milho, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 36, n. 2, p. 308-311, 2007.
- PESSOA, L. G. A.; FREITAS, S.; LOUREIRO, E. S. Adequação de dietas para criação de adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.77, n.4, p.723-725, 2010.
- PESSOA, L. G. A.; FREITAS, S.; LOUREIRO, E. S. Efeito da variação da temperatura sobre o desenvolvimento embrionário e pós-embrionário de *Chrysoperla raimundoi* Freitas & Penny (Neuroptera: Chrysopidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 76, n. 2, p. 239-244, 2009.
- PESSOA, L. G. A.; LEITE, M. V.; FREITAS, S.; GARBIN, G. C. Efeito da variação da temperatura sobre o desenvolvimento embrionário e pós-embrionário de *Ceraeochrysa paraguaria* (Navás) (Neuroptera: Chrysopidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 71, n. 4, p. 473-476, 2004.
- RIBEIRO A. E. L.; CASTELLANI, M. A.; MOREIRA, A. A.; MALUF, R. P.; SILVA, C. G. V.; SANTOS, A. S. Diversidade e sazonalidade de crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) em plantas de urucum. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 31, p. 636-641, 2013.

- SATTAR, M.; ABRO, G. H. Comparative effect of natural and artificial diets on biology of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). **Pakistan Journal of Zoology**, v. 41, n. 5, p 335-339, 2009.
- SILVA, G. A.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com lagartas de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 4, p. 682-698, 2002.
- SILVA, R. L. X. **Aspectos biológicos e determinação das exigências térmicas de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em laboratório**. 1991. 160f. Dissertação (Mestrado em Entomologia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1991.
- SIRIMACHAN. N. **Biological study of green lacewing, *Mallada basalis* (Walker) (Neuroptera: Chrysopidae) and mass rearing technique**. Graduate School, Kasetsart University, ISBN 974-9843-21-5, 64p. Thesis (Master of Science - Agriculture), 2005.
- SZCZESNA, T.; RYBAK-CHIMIELEWSKA, H; CHMIELEWSKY, W. Sugar composition of pollen loads harvested at different periods of the beekeeping season. **Journal of Apicultural Science**, v.46, n.2, p. 107–115, 2002.
- TAVARES W. S., CRUZ I.; SILVA R. B.; SERRÃO J. E.; ZANUNCIO, J. C. Prey consumption and development of *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) eggs and larvae and *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) eggs, **Maydica**, Bergamo, v. 56, p. 283-291, 2011.
- TORRES, A.; GUINAND, J.; GUERRA MODERNELL, M. Propiedades nutricionales y estabilidad de los componentes de los alimentos. In: Guerra Modernell, M., cood. **Efecto del procesamiento sobre la calidad nutricional de los alimentos**. Madrid, Miranda: CYTED. v. 1, p. 1-18, 2003.
- VENZON, M.; CARVALHO, C. F. Biologia da fase adulta de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera, Chrysopidae) em diferentes dietas e temperaturas. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 16, n. 3, p. 315-320. 1992.

VENZON, M.; ROSADO, M. C.; EUZÉBIO, D. E.; SOUZA, B.; SCHOEREDER, J. H.
Suitability of leguminous cover crop pollens as food source for the green
lacewing *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Neotropical
Entomology**, Londrina, v. 35, n. 3, p. 371-376, 2006.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A escolha da dieta para *Ceraeochrysa cubana* na fase imatura tem relação com a dieta oferecida para a presa submetida à criação em laboratório, sendo um fator a ser observado em criações de grande escala. Dietas a base de milho, convencional ou transgênico, para *Anagasta kuehniella* não interferem no desenvolvimento de *C. cubana* alimentado com os ovos da traça e são as mais indicadas para a criação da traça-das-farinhas quanto visando obtenção de ovos para o predador.

Os ovos de *A. kuehniella* possivelmente percam as suas características nutricionais em virtude do manejo inadequado, então, sugere-se que pesquisas relacionadas ao período e as temperaturas ideais de armazenamento e conservação dos ovos da traça sejam realizadas, assim como com as dietas para os adultos. A partir disso, o alimento para *C. cubana* pode ser estocado, implicando em otimização das criações do crisopídeo.

O mel de engenho e lêvedo de cerveja associados constituem uma dieta que pode ser utilizada para adultos de *C. cubana*, principalmente levando-se em conta a relação custo benefício, pois mel de engenho é menos oneroso que o mel de abelhas *Apis mellifera*.